XB .U863 n. ser. t. 24

506.947.22
M852

PRO SCIENTIA SALUTE POPULIQUE

LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
By exchange
1910

September 1899 R. W. Gibson Invt

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES NATURALISTES

DE MOSCOU.

Publié

sous la Rédaction du Prof. Dr. **M. Menzbier** et du Dr. **M. Nowikoff.**

ANNÉE 1910.

NOUVELLE SÉRIE. TOME XXIV.

(Avec 8 planches.)

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

MOSCOU.
Typo-lithogr. de la Société J. N. Kouchnéreff et C-ie,
Pimenowskaïa, propre maison.
1911.

XB
.U863
n. ser.
t. 24

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES NATURALISTES

DE MOSCOU.

Publié

sous la Rédaction de Prof. D^r. M. Menzbier et de D^r. M. Nowikoff.

ANNÉE 1910.

NOUVELLE SÉRIE. TOME XXIV.

(Année 8 de la nouvelle série.)

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

MOSCOU.
Type-Litho. de la Société J. N. Kontchanoff et Cie.
Tverskoïe-boulevard, maison Nikitine.
1911.

Table par ordre de matières.

Pages.

J. Belogolowy. Studien zur Morphologie des Nervensystems der Wirbeltiere. Mit Taf. I, II, III . . . . . 1— 78

Prof. Dr. E. Leyst. Ueber Erdmagnetische Ablenkungsbeobachtungen . 79—212

А. Титовъ. Объ адсорпціи газовъ углемъ . . . . . 213—329

A. Titoff. Die Adsorption von Gasen durch Kohle (Zusammenfassung) . . . . . 330—331

L. Krawetz. Entwickelung des Knorpelschädels von Ceratodus. Mit Taf. IV, V . . . . . 332—365

A. Sloudsky. Note sur la craie supérieure et le paléocène de la Crimée. Avec pl. VI . . . . . 366—376

S. Tschetwerikoff. Beiträge zur Anatomie der Wasserassel (Asellus aquaticus, L.). Mit Taf. VII u. VIII . . . . . 377—509

Prof. Dr. E. Leyst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1910 . . . . . 510—552

Протоколы засѣданій Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы за 1910 г. . . . . 1—58

Годичный отчетъ Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы за 1909—1910 г. . . . . 1—24

Livres offerts ou échangés durant l'année 1910 . . . . . 1—55

Приложенія къ протоколамъ.

Pages.

М. Д. Залѣсскій. Объ открытіи известковыхъ конкрецій извѣстныхъ подъ названіемъ coal balls въ одномъ изъ угольныхъ пластовъ каменноугольныхъ отложеній Донецкаго бассейна 14

Проф. В. А. Тихомировъ. Китайская, иначе японская спаржа Kan-lu, Chorogi 21

Проф. А. П. Павловъ. Замѣтка объ образованіи оползней въ глинистыхъ и глинисто-песчаныхъ породахъ 29

Д. Щербачевъ. Анатомическое строеніе гаоляна (Andropogon Sorghum Brot.) 35

06.94 12
M 852

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES NATURALISTES

DE MOSCOU.

Publié
sous la Rédaction du Prof. Dr. **M. Menzbier** et du Dr. **Nowikow.**

ANNÉE 1910.

№ 1—3.

(Avec 6 planches.)

MOSCOU.
Typo-lithogr. de la Société J. N. Kouchnereff et C-ie,
Pimenowskaïa, propre maison.
1911.

Les lettres, ouvrages et communications destinés à la Société doivent être adressés à la Société Impériale des Naturalistes de Moscou.

Table des matières

CONTENUES DANS CE NUMÉROS.

	Pages.
J. Belogolowy. Studien zur Morphologie des Nervensystems der Wirbeltiere. Mit Taf. I, II, III	1— 78
Prof. Dr. E. Leyst. Ueber erdmagnetische Ablenkungsbeobachtungen	79—212
А. Титовъ. Объ адсорпціи газовъ углемъ	213—329
A. Titoff. Die Adsorption von Gasen durch Kohle (Zusammenfassung)	330—331
L. Krawetz. Entwickelung des Knorpelschädels von Ceratodus. Mit Taf. IV, V	332—365
A. Sloudsky. Note sur la craie supérieure et le paléocène de la Crimée. Avec pl. VI	366—376

En vente au siège de la Société:

	R. C.	Mrk.
Dr. J. v. Bedriaga. Die Lurchfauna Europa's. II. Urodela. 1897	4.	8.
M-lle C. Sokolowa. Naissance de l'endosperme dans le sac embryonnaire de quelques gymnospermes. Avec 3 pl. 1891.	1.50	3.
Л. Круликовскій. Опытъ каталога чешуекрылыхъ Казанской губ. I. Rhopalocera. Съ 1 таб., стр. 52. 1890	.75	1.50
— — Опытъ каталога чешуекрылыхъ Казанской губ. II. Sphynges, Bombyces. III. Noctuae. 1893	.75	1.50
Д. И. Литвиновъ. Гео-ботаническія замѣтки о флорѣ Европ. Россіи. Стр. 123. 1891	1.	2.
И. Я. Словцовъ. Позвоночныя Тюменскаго округа и ихъ распространеніе въ Тобольской губ. 1892	.75	1.50
A. Croneberg. Beitrag zur Kenntniss des Baues der Pseudoscorpione. Mit 3 Taf. 1890	1.	2.
— — Beitrag zur Ostracodenfauna der Umgegend von Moskau. Mit 1 Taf. 1894	.50	1.—
Th. Lorenz. Die Vögel des Moskauer Gouvernements. 1894	1.	2.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Studien zur Morphologie des Nervensystems der Wirbeltiere.

G. Belogolowy.

(Mit 3 Taf.)

I.

Die Entwickelung der Nervus trigeminus Gruppe bei Reptilien.

Die Anzahl der Segmente, welche der Gruppe des Trigeminus entsprechen, bleibt eine der dunkelsten und verwickeltesten Fragen der Theorie der Metamerie des Kopfes.

In der umfangreichen Litteratur, welche diese Theorie zum Gegenstande hat, finden wir die zahlreichen und mannigfachsten Versuche diese schwierige morphologische Frage auf Grund der Segmentierung verschiedener Organe aufzuklären, hauptsächlich auf Grund der Anzahl von mesodermalen Segmenten, welche von den motorischen Nerven der Region des Trigeminus innerviert werden. Die Morphogenese des Trigeminus selbst spielte dabei eine ganz passive Rolle, und die Ganglien dieser Gruppe wurden nur als notwendiges Ballast angesehen, mit welchem die bei dem Aufbau dieser Schemen vorkommenden Lücken in der Reihenfolge der dorsalen sensiblen Ganglien ausgefüllt wurden. Selbst die höchst umständliche und sorgfältige Arbeit von Dohrn [1]) brachte uns hierin nicht weiter vorwärts, und die Einteilung der Ganglien dieser Gruppe in einzelne segmentale Einheiten behielt ihren früheren Charakter,

[1] Dohrn. Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers, 2. 5, 1907.

AUG 19 1911

nämlich den einer Ergänzung durch Ganglienelemente der auf Grund des Studiums anderer Organe unterschiedenen Segmente. Diesem Sachverhalt liegt zweifellos der Umstand zu Grunde, dass bei allen bis heute untersuchten Gruppen der Wirbeltiere die Genese des Trigeminus Angabe zur Feststellung von nur zwei Haupteinteilungen dieses Nerven, des G. ophtalmicus und des G. maxillo-mandibularis, lieferte ohne jeglichen Anhaltspunkt für eine umständlichere Zergliederung dieser Gruppe. So mussten denn die Forscher bei Bestimmung der hier vorhandenen grossen Anzahl von Segmenten sich darauf beschränken, dass sie die Ganglienmassen beider Hauptteile unter diese Segmente verteilten und die fehlende Anzahl von Ganglien dadurch ergänzten, dass sie diese Teile ganz willkürlich und hypothetisch in noch geringere zergliederten.

Dieser Sachverhalt wäre nun einigermassen noch zu dulden, wenn die Struktur der Organe, welche den Forschern als Richtschnur bei der Bestimmung der Anzahl von Segmenten in diesem Kopfabschnitt (Somiten, motorische Nerven, Encephalomeren) dienten, klare und genaue Befunde über die primitive segmentale Struktur dieser Region lieferte. Wir begegnen hier aber solchen Angaben, die einigen theoretischen Wert nur in dem Fall bekommen, wenn wir eine ganze Reihe von höchst zweifelhaften Möglichkeiten zulassen. So wäre es unbedingt riskiert, auf obengenannten Organen die Genese des N. Trigeminus zu begründen. In Betracht dieses Umstandes ist die Ausbildung dieser Nervengruppe bei Reptilien von besonderem Interesse, denn wir begegnen hier einer Reihenfolge ganz bestimmter Hinweise auf die Genese dieses Nervens. Die von mir untersuchten Reptilien (Trapidonotus, Lacerta, Ascalabotes, Emys, Chelydra, Eutaenia, Alligator) haben nur trotz einiger Schwankungen ein so gleichförmiges Bild geliefert, dass ich auf die Möglichkeit schliesse diese Erscheinungen einigen Grundprincipien zuzuschreiben, auf denen die Struktur dieser Gruppe basiert ist.

Dabei stehen die secundären Teilungen der Ganglien des Trigeminus bei Reptilien zu den motorischen Nerven des vorderen Kopfabschnitts in einer so konkreten, bestimmt gegenseitigen Beziehung, dass wir imstande werden die primitiven segmentalen Verhältnisse der Nervenelemente dieser Segmente zu verstehen und an Stelle von Hypothesen konkrete Tatsachen zu setzen.

Ehe ich nun zur Darstellung meiner Befunde übergehe, will

ich noch mit einigen Worten das Material, welches zu meinen Untersuchungen diente und die Methodik dieser letzteren erwähnen.

Als Hauptobjekt vorliegender Ergebnisse diente die Natter, Tropidonotus natrix; das mannigfache embryologische Material dazu, in schön konserviertem Zustande (in Zenkerfluide und Sublimat-Essigsäure) habe ich von Herrn Privatdocent S. A. Ussoff erhalten, welchem ich dafür meinen pflichtschuldigen Dank hiermit ausspreche. Die Beobachtungen über Entwickelung des Trigeminus bei der Natter wurde dabei durch Vergleichung mit Embryonen von Schildkröten (Emys lutaria) kontroliert, wozu mir das (in Sublimat-Essigsäure konservierte) Material von Herrn Privatdocent N. K. Koltzoff liebenswürdig überlassen wurde, den ich bitte meinen Dank anzunehmen. Die Möglichkeit den Hekko (Ascalabotes fascicularis) in seinen verschiedenen Entwickelungsstadien (in Sublimat-Essigsäure konserviert) zu studieren, verdanke ich dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Professor A. N. Sewertzeff, dessen ich ich hier innigst dankend erwähne. Zur Untersuchung von Eidechsen (Lacerta vivipara, agilis, muralis) ist das Material von mir selber gesammelt und in Gieson, Zenker, v. Rath und Flemming konserviert worden. Dank dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Direktor des Instituts für vergleichende Anatomie an der Moskauer Universität, Professor M. A. Menzbier und des Herrn ersten Assistenten dieses Instituts Privatdocent P. P. Suschkin ist das Material für Chelydra serpentina und Eutaenia radix von Allen (Minnesota U. S. A.) verschrieben. Ausserden wurden zu meiner Verfügung Köpfe von Alligatorembryonen gestellt, wofür ich diesen beiden Herrn meinen gehorsamsten Dank erstatte. Mit Ausnahme der Alligatorköpfe waren alle Embryone sehr schön konserviert uud gestatteten die umständlichsten Nachforschungen.

Meine Untersuchungen wurden hauptsächlich an Sagittalschnitten vorgenommen, die Serien 10 μ dick geschnitten auf Glas gefarbt und zwar vorzugsweise mit Eisen Alaunhämotaxylin nach Heidenhain mit nachträglicher Fuchsindurchfärbung. Dabei liess ich die Schnitte sehr lange im Eisenalaun und ebenso lange im Hämatoxylin liegen—bis 18 Stunden in jedem. Einige Serien wurden nach Biondi, Ehrlich, Heidenhain und Mallory gefärbt; letztere Färbungen standen aber an Deutlichkeit der erstgenannten nach.

Alle Untersuchungen wurden im Laboratorium des Instituts für

vergleichende Anatomie ausgeführt, und es ist mir eine angenehme Pflicht meinen herzlichen Dank dem Herrn Direktor dieses Instituts, Prof. M. A. Menzbier und dem Herrn ersten Assistenten Privatdocent P. P. Suschkin, welche mir bei allen meinen Forschungen immer auf das freundlichste entgegenkamen, meinen Dank hier auszudrücken.

Tropidonotus natrix.

Die Zellgruppierung der Ganglienleisten bei der Natter werde ich in den ersten Stadien nicht weiter erörtern, da diese Erscheinungen, wie schon Neal mit Recht für Acanthias bemerkte, durch das verhältnissmässig rasche Versinken der Ganglienleisten beträchtlich beeinflusst werden, wie auch durch den Druck der sich ausdehnenden Hirnblasen. Die vereinzelten Zellen der Ganglienleisten gruppieren sich natürlich bei Verzögerung dieses Prozesses in dem Raum zwischen den Blasen und bilden ganglienartige Zellklumpen, welche fortfahren niederzusinken und sich später der Grundmasse der G.-leistenzellen auschliessen, welche sich zum Ganglion des Ramus ophtalmicus des Trigeminus gruppiert (siehe Abb. 27 ein derartiges Stadium bei Lacerta.)

Im Vergleich mit andern Formen geschieht bei den Selachiern und zum Teil auch bei Reptilien (Natern, Emys, Lacerta, Chelydra) das Versinken der Leistenzellen mit bedeutender Verzögerung, weshalb die Entwickelung der Hirnblasen und das Differenzieren der Gewebe (auch das der Leistenzellen) noch vor Abschluss dieses Prozesses schon stark vorgeschritten sind; so können wir hier neben Streifen von G. leistenzellen zwischen den Hirnblasen auch endlich den Zerfall dieser Streifen in eine Anzahl kleiner Anhäufungen beobachten; hie und da bleiben dieselben als Ganglienknoten erhalten, da die verhältnissmässig vorgeschrittene Differenzierung der Mesenchymzellen ein bedeutendes Hinderniss für das weitere Versinken der Leistenzellen und für deren Gruppierung zum Ganglion des R. ophtalmicus bildet. Als Resultat sehen wir in den Zwischenräumen zwischen den Hirnblasen eine Anzahl kleiner, teils mit dem Ganglion des R. opht. Nervi trigemini, und teils mit den motorischen Nerven der Orbite durch Anastomosen verbundener ganglienartiger Knoten. Im allgemeinen Schema wiederholen sich diese Erscheinungen im Zwischenraum zwischen Mesencephalon und

Metencephalon und zwischen Mesencephalon und Thalamencephalon. Ein Unterschied besteht nur darin, dass im ersten Fall die accessorischen Ganglien mit dem Trochlearis verbunden sind, und ihre Fasern, wie ich schon in meiner früheren Arbeit erwähnte, in der Ebene des Versinkens der Leistenzellen vorwachsen, im zweiten Fall aber—fehlen. In letzterem Fall sehen wir zuletzt die Bildung eines accessorischen rudimentären Zweiges des Trigeminus (N. thalamicus).

Der erste Embryo, welchen ich eingehender betrachte, hat schon differenzierte Ganglienzellen und Nervenfasern. Die Anhäufungen von Ganglienzellen lassen sich um diese Zeit von den gewöhnlichen Klumpen der Ganglienleistenzellen, deren Elemente eine exclusiv strukturelle Bedeutung haben, schon recht scharf unterscheiden. Meiner Ansicht nach, müssen diese beiden Arten von Anhäufungen streng von einander unterschieden werden, da die ersteren unbedingt als Reste morphologisch selbständiger Ganglien der dorsalen Plakoden anzusehen sind, während letztere, möglicherweise einfache mechanische, von der Grundmasse der Leistenzellen bei deren Versinken abgespaltete Produkte sein können und keineswegs auf das Vorhandensein irgend welcher gangliöser Einheiten deuten können.

Embryo № 1 F. P. 3 mm. (Fig. 1).

Die Figur 1 zeigt die graphische Reconstruction der Hauptverzweigungen des Trigeminus bei einem Embryo mit einer 3 mm. langen F. P. Region. In diesem Stadium lässt der Trigeminus bei der Natter sehr deutlich drei Hauptteile unterscheiden: 1) das G. Rami ophtalm., 2) das Ganglion maxillaris und 3) das G. mandibularis. Beide letzteren liegen eng aneinander und bilden im Ganzen eine in zwei Hälften geteilte Ganglienmasse. Die weitere Teilung des Ganglions R. maxillo mandibul. in zwei Teile gleicht im Allgemeinen dem bei Mammalia vorhandenen Bild.

Dem R. maxillaris entlang sehen wir bei vorliegendem Embryo eine Reihenfolge Anhäufungen von Ganglienleisten, welche sich später in eine Kette mit diesem Nerv verbundener, sympathischer Ganglien umbilden.

Von diesen drei Ganglien des Trigeminus bietet das G. Rami ophtalm. das meiste Interesse. Die charakteristische Eigentümlich-

keit dieses Ganglions besteht darin, dass seine Hauptmasse von den Wurzeln des Trigeminus weggeschoben erscheint, wodurch es eine Aehnlichkeit mit den G. des Vagus und des Glassophar. bekommt, deren gangliöse Hauptmassen von dem zentralen Nervensystem durch lange Zwischenstämme abgeteilt sind. Von dem G. rami ophtal., welches im Ganzen die Form einer Hand mit ausgespreizten Fingern hat, geht eine ganze Reihenfolge kleiner Zweige ab, deren Beschreibung beginnen wir vom unteren.

Hier merken wir erstens einen ganz unbedeutenden Zweig, welcher mit dem Abducens anastomosiert; er geht von dem Ganglion dicht am Antange seines erweiterten Abschnitts ab und verschwindet in der Anhäufung der sich stark färbenden, den Abducens umgebenden Leistenzellen. Dem Charakter ihrer Struktur und, besonders, ihrem Ursprung von den Ganglienleistenzellen nach, hat diese Anhäufung das Äussere eines am Abducens gelegenen Ganglienknotens unregelmässiger Form. Es scheint mir aber, dass die Abwesenheit jeglicher Spuren von Ganglienzellen in diesem Punkte in allen von mir untersuchten Stadien, sowie auch die spätere vollständige und spurlose Reduction dieser Knoten dafür zeugen, dass wir es hier mit einer localen Absonderung eines Klumpens von Begleitzellen zu tun haben, welcher durch die Bildung eines Faserknäuels des Abducens und durch dessen Kreuzung mit den Anastomosefasern des Trigeminus hervorgerufen wird. Diese letzteren sind es eben hauptsächlich, die dem Klumpen den Charakter einer Ganglienanlage verleihen.

Der nach dieser Anastomose folgende Zweig ist des G. rami ophtalm., welcher von dem Gipfel des Ganglions ausgeht und als dessen Hauptzweig auftritt, d. h. als Ramus opht. profundus. In der ersten Strecke hat die Struktur dieses Zweiges einen ganglienartigen Charakter, und in einiger Entfernung von seinem Ausgangspunkte von dem Hauptganglion des R. ophtal. liegt an demselben ein ziemlich bedeutender Knoten, dessen Zellen einen ganz bestimmt gangliösen Charakter aufweisen. Diesem Knäuel wollen wir den Namen „accessorisches“ Ganglion Rami ophtalmici profundi oder G. „mesocephalicum“ geben. Von dem G. mesocephalicum geht ein anastomosierender Zweig, dessen Struktur derjenigen der Zellklumpen des Abducens an der Anastomose mit dem Zweig des G. ophtalm. ähnlich ist, nach dem Oculomotorius ab.

Am vorderen Ende des G. mesoceph. wird der Ramus ophtal. profundus von einem eigenartigen Nervenstamm durchkreuzt, welcher mit den ihm entlang verstreuten Ganglienzellen in Zusammenhang steht; am oberen Ende sind letztere zu einem ziemlich grossen Ganglienknoten gruppiert, welcher oberflächlich an dem R. ophtal. superfic., am oberen Rande der Orbite liegt. Von diesem Knoten gehen zwei kleine Zweige ob, der eine richtet sich nach der dorsalen Seite des Embryo und endet blind im Mesenchym, der zweite, längere oben beschriebene zieht zum Ramus opht. Nervi trig. kreuzt denselben, mit ihm anastomosierend und erhält auxiliäre Fasern von dem R. opht. profund. Ihrer Struktur nach weisen diese beiden kleinen Zweige einigen Unterschied auf. Der erste hat gar keine Ganglien- und nur spärliche Begleitzellen. Der zweite dagegen ist, mit Ausnahme des seinem Ausgangspunkte von dem Ganglion nächstliegenden Teil, wo seine Struktur der des ersteren gleicht, mit einer bedeutenden Anzahl von Begleitzellen verbunden, welche hier ganglienartige Klumpen mit hie und da verstreuten einzelnen Ganglienzellen bilden. Diese letzteren sammeln sich nochmals in einer etwas grösseren Anzahl an dem unteren Abschnitte dieses Nervs unterhalb der Kreuzung mit dem R. opht. profund. Dieseer letzten Zweig endet, wie der obere, blind im Mesenchym. Mit Ausnahme der Kreuzung mit dem R. ophtalm. liegt dieser ganze Nerv ziemlich oberflächlich und seine beiden freien Enden sehr wenig vertieft unter dem Ektoderm. Mit dem Hirn lässt sich in keinem Stadium irgend welche selbständige Verbindung dieses Nerven feststellen.

Was seinen Ursprung anbetrifft, so treten, soviel ich beobachten konnte, die Ganglienleisten als Hauptquelle seiner Ganglienzellen auf, und die spezielle ektodermale Plakode scheint nur in der unteren Strecke dieses Nerven vorhanden zu sein, wo die Migration der Ektodermzellen stattfindet.

Der Umstand, dass dieser Abschnitt als einer der konstantesten Komponenten dieses Nerven auftritt (selbst nachdem derselbe als selbständige Einheit völlig reduciert ist, sehen wir eine Plakode und den ihr entsprechenden Anastomosezweig R. opht. profund.), weist auf die morphologische Bedeutung der unteren Plakode, als einer Grundlage der Struktur des G. mesocephal. hin. Meiner Meinung nach, muss dieselbe als der Plakode mesocephalica von Dohrn homolog anerkannt werden.

In früheren Stadien konnte ich eine vollständige Absonderung des oberen Ganglions dieses accessorischen Nerven beobachten; dabei ist zwischen demselben und dem Ramus ophtalm. profundus die Bahn des zukünftigen Stämmchens dieses Nerven in Form vereinzelter Gruppen von Ganglienleistenzellen zu sehen. Aehnliche Anhäufungen bezeichnen auch den unteren Abschnitt des Nerven und verbinden den R. opht. prof. mit der Plakode G. mesocephal.

Es lässt sich, wie mir scheint, eine Homologie zwischen diesem Nerv und dem Thalamicus Platt feststellen, und als solchen werde ich ihn weiter ansehen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden besteht nur darin, dass anstatt eines einfachen Streifchens von Ganglienleistenzellen, wie ihn miss Platt an Selachiern beobachtete, wir es hier mit einer deutlich differenzierten, mit Nervenzweigen versehenen Ganglienmasse zu tun haben, welche als völlig bestimmte morphologische Einheit auftritt. Als rein rudimentärer Nervenkern ist dieses Ganglion mit dem zentralen Nervensystem nicht unmittelbar verbunden, und seine Beziehung zu demselben kommt nur durch die Kreuzung seines unteren Zweiges mit dem R. ophtal. Nervi trigemini zu Tage.

Der dritte von dem G. R. opht. ausgehende Zweig ist die erste Wurzel des Ramus ophtalmicus superficialis, welche von dem Gipfel des G. R. opht. aus nach vorn sich richtet und das Auge umgeht, wobei in den oberen Schichten des Mesenchyms zu liegen kommt.

Am oberen Rande der Orbite, unweit von dem Punkte, wo der Ramus opht. superficiales an oberen Ganglion des Thalamicus vorbeizieht, hat dieser Zweig ein kleines Ganglion. Soweit festzustellen ist, entstehen die Zellen dieses Ganglions hauptsächlich auf Kosten der ins Mesenchym migrierenden Ektodermzellen, und den Ganglienleisten gehört in der Genese dieses Ganglions eine nur untergeordnete Rolle.

Die eigentümliche Lage der Plakode dieses Ganglions und ihre Konstanz bei Reptilien, wie wir es weiter sehen werden, gestatten dieselbe nur mit den Resten der orbitalen Schleimkanäle, die bei den meisten Reptilien vorhanden sind, in Zusammenhang zu bringen.

Unter dem R. ophtal. superf. kommt der vierte von dem G. R. opht. ausgehende Zweig hervor. An Umfang steht er ebenbeschriebenem etwas nach und zieht demselben parallel weiter. Unweit

von seinem Ausgangspunkte tritt er mit dem Trochlearis in Verbindung; der Unterschied in seinem Umfange *vor* und *nach* der Anastomase lässt darauf schliessen, dass sich ihm Fasern des Trochlearis in bedeutender Anzahl anschliessen.

Im Anastomosepunkt dieser beiden Nerven treffen wir dieselbe Erscheinung, wie in allen obenbeschriebenen Fällen, nämlich die Bildung mit Begleitzellen vermischter Faserknäuel. Ganglienzellen sind an diesen Knäueln bei vorliegendem Embryo nicht zu finden.

Der fünfte, sechste und siebente Zweig G. ophtalmici werden durch Anastomosen dieses Ganglions mit dem Trochlearis gebildet. Wie in allen vorhergehenden Fällen sehen wir hie und da unregelmässige, mit Begleitzellen vermischte Klumpen von Fasern, was den Eindruck eines möglichen Vorhandenseins von Ganglienanlagen machen könnte. Jedoch giebt uns, wie schon gesagt, die völlige Abwesenheit jeglicher Spuren von Ganglienzellen vollen Grund diese Klumpen als einfache mechanische, durch das verspätete Versinken der Ganglienleisten verursachte Anhäufungen von Ganglienleistenzellen anzusehen. Weiter werde ich Gelegenheit haben zu erörtern, dass an den Ausgangspunkten der mit Trochlearis anastomosierenden Zweige manchmal eine Anschwellung der Ganglienmasse beobachtet wird, was, wie ich glaube, nicht nur auf das Vorhandensein in das Ganglion Rami opht. eindringender Fasern weist, sondern auch darauf, dass dieselben von dem G. R. opht. ausgehen.

Diese Meinung stimmt mit den Angaben Dohrns überein, welcher bei Selachiern in dem von ihm Ramus ophtalmicus minor benannten Zweige solche Fasern beschreibt, welche dem G. R. opht. und dem Trochl. entgegenwachsen und, nach seinen Befunden, sogar selbständige Wurzeln unter dem Ausgangspunkte dieses letzteren besitzen. (Fig. 10 a und b Taf. 21.) Das von ihm auf Fig. 8 Taf. 12 dargestellte Anastomosenetz zwischen dem G. R. opht. und dem Trochlearis ist dem, was wir bei der Natter finden, sehr ähnlich. Wie bei Selachiern, so sehen wir auch bei Tropidonotus ein unregelmässiges Netz miteinander anastomosierender Fasern, welches einerseits durch die in einzelne Fasern zersplitterten Abzweigungen des G. R. ophtal. und andererseits durch die Zerspaltung des Trochlearis gebildet wird und eine höchst eigentümliche Erscheinung darbietet.

Wir sehen also bei vorliegendem Embryo Anastomosen des Gan-

glions R. ophtal. Nervi Trigemini mit drei motorischen Nerven der Orbite und überdies noch mit dem accessorischen rudimentären, allem Anscheine nach sensiblen Thalamicus. Was die motorischen Nerven der Orbite anbetrifft, so kann hier auch eine ganze Reihe höchst interessanter Umstände gemerkt werden, welche möglicherweise mit den vorher beschriebenen Anastomosen des G. R. ophtal. in Zusammenhang stehen können. Beginnen wir von hinten.

Die Struktur des Abducens bietet eine merkwürdige Eigenheit. Er geht vom Neuralrohr normal in Form mehrerer Wurzeln im Bezirk des Facialis ab, richtet sich nach vorn, indem er längs dem Boden des vierten Ventrikels einen Bogen beschreibt und schmiegt sich unter der Wurzel des Trigeminus wieder dicht an das Neuralrohr an. Soviel ich beobachten konnte, bekommt der Abducens hier zwei auxiliäre Faserbündel in Form von zwei Wurzeln, welche von den G.-zellen des an den Wurzeln des Trigeminus verstreuten kleinen motorischen Kerns ausgehen. Dem entgegen, was wir bei Vögeln und, wie weiter zu sehen ist, bei einigen Reptilien finden, erscheinen hier die Wurzeln des Abducens unter dem Facialis stark verkürzt und aneinandergeschoben, weshalb wir, wie ich glaube, das Recht haben, dieselben in eine Gruppe zusammenzufassen und bei der Natter nur zwei Gruppen von Wurzeln dieses Nerven zu unterscheiden, nämlich die dem Facialis und die dem Trigeminus entsprechende. Diese beiden Gruppen stehen voneinander sehr weit ab, und im Zwischenraum beschreibt, wie schon gesagt, der Abducens einen Bogen.

Das Vorhandensein der Wurzeln dieses letzteren unter dem Trigeminus ist bei der Natter nicht leicht herauszufinden, und ich glaubte lange Zeit, dass wir es hier nur mit mehreren vom Stamme dieses Nerven sich in der Richtung nach dem zentralen Nervensystem absondernden Seitenzweigen zu tun hätten, welche von der Spitze des Winkels ausgehen, den der sich hier scharf umbiegende Nerv bildet. Dieser Umstand hängte hauptsächlich davon ab, dass die an sich unbedeutenden Nervenwurzeln die hier durchziehenden Gefässe umgingen und sich an deren Wandungen verloren. Deshalb gelang es mir erst nach der sorgfältigsten Untersuchung der Schnitte bei starker Vergrösserung endlich den Eintrittspunkt der Fasern dieser Wurzeln in das Neuralrohr festzustellen.

Bald nach Anschluss dieser zwei auxiliären Bündel biegt der Ab-

ducens scharf nach vorn um und tritt in die Knotenkette der Ganglienleistenzellen, wo er sich mit letzteren vermischend, ganglienartige Knoten bildet. Eine Kette solcher Knoten begleitet den Nerv bis an seine Vereinigung mit dem Oculomotorius, was unweit von dem R. ophtalmicus geschieht. Unterwegs anastomosiert des Abduc. mit dem G. R. opht.

Am Vereinigungspunkte des Abducens mit dem Oculomotorius wird eine ansehnliche Vergrösserung der Masse dieser Knoten gemerkt, welche hier einen bedeutenden Umfang erreichen. Bei Untersuchung von früheren Stadien hielt ich Anfangs diese Anhäufungen für Anlagen des zukünftigen G. ciliare, welches bei Vögeln sich aus ungefähr ebensolchen Zellmassen bildet; weitere Nachforschungen offenbarten jedoch, dass wir es hier mit einer provisorischen Anhäufung von Ganglienleistenzellen zu tun haben, welche mit diesem Ganglion gar keinen Zusammenhang haben. Letzteres entwickelt sich bei der Natter aus der Anhäufung von Ganglienzellen an dem R. opht. profundus. Zugleich ersah ich aus weiteren Untersuchungen, dass die Anhäufung dieser Zellen mit der Entwickelung des M. rectus externus gleichfalls in gar keiner Beziehung steht, und dass dieser Muskel völlig unabhängig aus den hier angesammelten Mesenchymzellen sich entwickelt. Dieser Befund war für mich in der Hinsicht von Bedeutung, dass er mir die von Filatoff [1]) angeführten Erscheinungen in der Entwickelungsgeschichte des Abducens bei Emys erklärte, wo, nach diesem Forscher, die mesenchymartigen, zur Anlage des M. rectus externus gruppierten Zellen sich zum Teil zu Begleitzellen umbilden. Da sie sich bei der Natter durch Form und Färbung scharf voneinander unterscheiden, so konnte ich diese Elemente ganz genau feststellen. Durch Vergleichen derselben mit andern Anhäufungen derartiger Zellen an allen übrigen Anastomosen des G. R. ophtal. mit den orbitalen motorischen Nerven gelang es nur diese Zellen ganz genau mit den Ganglienleisten, als deren Reste sie auftreten, in Zusammenhang zu bringen.

Der Oculomotorius hat bei vorliegendem Embryo gar nichts interessantes, weder in Hinsicht seines Ausgangs noch seiner Beziehun-

---

[1]) Filatoff. Metamerie des Kopfes von Emys lutaria. Morphol. Jahrb. 1908.

gen zu den andern Nerven. Wie schon gesagt, anastomosiert dieser Nerv bei seinem Durchlauf mit dem R. ophtal. prof. des G. ophtalmicus und fliesst mit dem Abducens zusammen.

Bei der Anlage des Oculomotorius bei der Natter ist das Eindringen des Nervenstamms in die, sich zur Anlage des G. R. opht. gruppierende Masse von Ganglienleistenzellen zu merken, wobei der Nervenstamm an der inneren Seite dieser Anhäufung zieht. Bei weiterer Differenzierung des G. R. opht. sondert sich der Nerv allmälich aus, und es verbleibt nur ein Strang zwischen demselben und dem G. mesocephalicum.

Das gleichzeitige Vorhandensein des motorischen Nerven und der noch schwach differenzierten G. anlage, deren strukturlose Masse erst im Beginn ihrer Umbildung zum Ganglion sich befindet, ist für die Entwickelung des Nervensystems der Natter sehr charakteristisch und giebt uns einen wertvollen Befund zu oben erwähntem Verspäten der Konzentrierung der G.-leistenzellen zu einem Ganglion.

Der Trochlearis ist bei vorliegendem Embryo durch seine Zersplitterung in einzelne Faserbündel höchst bemerkenswert.

In der Litteratur über die Entwickelung des Trochlearis finden wir Hinweise auf das Zerspalten der Fasern dieses Nerven, welche von Dohrn in besonders starkem Grade bei Selachiern konstatiert worden ist, wo, ebenso wie bei der Natter, einzelne Bündel mit dem Trigeminus anastomosieren. Jedoch erscheint in allen diesen Fällen ein solches Zerspalten im Vergleich zu dem, was wir bei der Natter finden, ganz unbedeutend. Hier wird ungefähr in der Ebene der Basis des Neuralrohrs, manchmal aber in der Ebene seines erweiterten Teils, d. h. ungefähr gegen seine Mittelhöhe, ein Zersplittern des Gesamtstammes in einzelne Fasern beobachtet, welche an der Aussenseite infolge ihrer weiteren Spaltung eine Art Besen bilden. Irgend welche konstante Anzahl solcher Bündel kann nicht bestimmt werden; ihre Zahl und Richtung scheinen ausschliesslich von dem mechanischen Einflusse der Struktur desjenigen Gewebes, durch welches sie hindurchwachsen, bestimmt zu werden. Deshalb gibt der allgemeine Charakter dieser Erscheinung eine höchst lehrreiche Illustration des Wachstums der Fasern ohne vorläufige ihren Wuchs leitende Verbindungen. Die Möglichkeit eines Vorhandenseins solcher Verbindungen wird durch alle Verhältnisse des Wachstums Nervi trochleares ausgeschlossen.

Embryo № 2 F. P. 3,5 mm. (Fig. 2).

Im Vergleich zu ebenbeschriebenem Embyo hat das vorliegende wenig Eigentümlichkeiten. Hauptsächlich zu merken sind die Vereinigung des accessorischen Zweiges rami opht. superficialis mit dem Hauptstamm, das Vorhandensein eines kleinen Ganglienknotens mit deutlichen G.-zellen an dem accessorischen Zweige, der grössere Umfang und die schärfere Differenzierung des G. mesocephalicum und das Fehlen einer Anastomose zwischen dem G. rami ophtal. und dem Abducens. Die gegenseitigen Beziehungen der Hauptabschnitte des Trigeminus bei diesem Embryo stimmen mit denen des № 1 überein, und das G. des R. opht. behält dieselbe charakteristische Form, nur dass die Zahl der von demselben ausgehenden Anastomosezweigen geringer ist.

Nach derselben Ordnung, wie am vorhergehenden Embryo verfahrend, sehen wir hier folgende von dem G. R. ophtal. ausgehende Zweige: erstens den Ramus ophtal. profundus, welcher hier dieselben Grundelemente beibehält, wie an jenem. Wie dort, so sehen wir auch hier das G. mesocephalicum, welches an Umfang etwas zugenommen hat und fortfährt mit dem Oculomotorius zu anastomosieren, wobei die Anastomose ihren früheren Charakter behält.

Der rudimentäre Thalamicus, dessen Teile dieselben gegenseitigen Beziehungen aufweisen, wie bei № 1, anastomosiert teilweise mit dem G. mesoceph. und teilweise kreuzt er einfach denselben. Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, dass beide Abschnitte dieses Nerven, wie der obere, der bei einem Embryo eine Anschwellung hatte, so auch der untere, der dort nur einzelne G.-zellen besass, hier an Länge abnehmen, und demzufolge der obere G.-knoten dem G.-mesocephal. näher rückt; der untere Abschnitt des Nerven bildet eine eigentümliche, ganglienartige Masse.

An der Basis des R. opht. prof. geht der Hauptstamm des R. opht. superfic. ab und unweit von letzterem der accessorische Zweig dieses Nerven welcher, nachdem er einen verhältnissmässig kurzen Bogen umschrieben hat, unweit von seinem Abgangspunkte mit dem Hauptstamme zusammenfliesst. An dem accessorischen Zweige, mit welchem die feinen Zweige des Trochlearis anastomosieren, liegt an der Stelle dieser Anastomose ein kleiner G.-knoten mit deutlich unterscheidbaren G.-zellen. Darauf beschränkt sich die Anastomose

des G. Rami opht. mit dem Trochlearis, und es werden keine unmittelbaren Anastomosen zwischen beiden beobachtet.

Was das G. des Hauptstammes R. opht. superf. anbetrifft, so ist es von dem Hauptganglion des R. ophtal. merklich weitergeschoben und hat an Umfang etwas abgenommen; seine Struktur ist undeutlicher geworden, und seine G.-zellen reduzieren sich.

Die Struktur des Abducens zeigt in diesem Stadium nichts besonders, ausser dem Umstande, dass der Punkt, wo er mit dem Oculomot. zusammenfliesst, etwas höher geschoben ist; demzufolge ist die ganglienartige Masse in diesem Punkte zerteilt und die Anhäufungen von Begleitzellen lagern sich an und unterhalb der Stelle, wo diese Nerven zusammenlaufen, und zwar beständig in Form einer unregelmässigen Anschwellung des Oculomot. Ihrer ganzen Gestalt nach macht die untere Anhäufung den Eindruck einer von der höher, an dem Vereinigungspunkte der Nerven liegenden, abgerissenen Masse.

Die accessorischen. Wurzeln in dem Bereich der Wurzeln des Trigeminus haben sich bei vorliegendem Embryo in derselben Anzahl erhalten.

Am Trochlearis ist vorne die Gruppierung einzelner Zweige dieses Nerven zum zukünftigen distalen Kollektor des Trochlearis interessant; bis jetzt laufen noch diese Zweige in der Anzahl von dreien in einen blindendenden Stamm zusammen; derselbe kann nur eine kurze Strecke verfolgt werden und endet gleich im Anfang der Mesenchymanhäufung, welche die Anlage des zukünftigen M. obliquus superior bildet.

Embryo № 3 F. P. 4,2 mm. (Fig. 3).

Bei dem Embryo F. P. 4, 2 sehen wir schon neben Bündeln, die mit dem G. Rami opht. anastomosieren, ein völlig ausgebildetes Distalästchen des Trochlearis, das aus einzelnen Bündeln des Netzes formiert ist, in welches der Hauptstamm des Nerven zerfällt.

Wie es Fig. 3 zeigt, besteht hier dieselbe Anordnung der mit dem G. R. opht. verbundenen Abschnitte, wie bei Embyo № 2 und das G. R. opht. selbst behält im Allgemeinen dieselbe Lage und Form.

Einigen Unterschied bietet nur das schärfere und vollständigere

Differenzieren des G. mesoceph., welches hier eine völlig abgesonderte gangliöse Anschwellung an dem R. ophtal. bildet. Neben der Absonderung des G. mesoceph. ist noch ein gewisses Verschieben der Anastomose zwischen dem Oculomot. und diesem Ganglion zu merken; ein Vergleich zu № 1 und 2 steht dieselbe hier von dem Hauptganglion bedeutend weiter ab. Dieser Umstand fällt besonders auf, wenn wir die Lage der Anastomose mit der Kreuzung des Thalamicus vergleichen. Bei Embryo № 1 lag die Anastomose zwischen dem G. opht. und der Kreuzung des Thalam. mit dem R. opht. prof., wogegen bei dem vorliegenden die Kreuzung zwischen der Anastomose und dem Gang. liegt. Höchst wichtig ist hier die teilweise Vermischung der Fasern des Oculomot. mit dem Ramus opht. nervi trigemini im Punkte ihrer gegenseitigen Kreuzung. Als Anfang einer zweiten Anastomose dieser Nerven steht bei der Natter dieser Umstand mit dem späteren Verschmelzen derselben in Zusammenhang.

Der Thalamicus ist im Vergleich zu № 2 bedeutend verkürzt, und von seinem oberen Abschnitte bleibt hier keine Spur mehr nach. Weiter werden wir sehen, dass die von mir bei reiferen Embryonen gefundene Erscheinung auf das Verschmelzen des G. nervi thalam. mit dem G. mesocephal. hinweist. Der untere Abschnitt des Nerven ist noch verhältnissmässig gut erhalten, obgleich hier auch eine anschauliche Verminderung der Masse des Nerven und seiner Länge notiert werden kann.

Der Hauptstamm des R. opht. superf. hat hier nichts bemerkenswertes und läuft, wie bei № 2, mit dem accessorischen zusammen. Dieser letztere anastomosiert wie früher mit dem Trochlearis, doch merkt man schon, als Unterschied von der Anastomose zwischen Trigeminus und Trochlearis, direkte Anastomosen zwischen dem G. R. opht. und dem Trochl.

Von Interesse ist der Umstand, dass zwei dieser Anastomosen G.-knoten mit völlig differenzierten G.-zellen haben.

Das Ganglion des Hauptstammes R. opht. superf. ist von dem G. ophtal. noch weiter weggeschoben und erscheint immer mehr und mehr reduziert. Bei vorliegendem Embryo nähert es sich schon seiner histologischen Struktur nach, den obenbeschriebenen Klumpen von Begleitzellen an den verworrenen Knäueln von Nervenfasern.

Was die motorischen Nerven der Orbite anbetrifft, so ist an denselben folgendes zu merken:

An dem Abducens sind die accessorischen Wurzeln in der Region des Trigeminus bedeutend reduziert, und an ihrer Stelle sehen wir einfach einen schroffen Winkel an dem Nervenstamme, welcher sich dem Neuralrohr scharf nähert. Der Abducens verschmiltz, wie bereits gesagt, mit dem Oculomotorius und an der Stelle ihrer Vereinigung sehen wir ebenfalls die charakteristischen Knoten von Begleitzellen, doch die Anhäufung derselben, welche am Abducens der vorhergehenden Embryonen zu merken war, ist jetzt gänzlich verschwunden. Im Netze der einzelnen Bündel des Trochlearis beginnt um diese Zeit eine deutliche Differenzierung grosser Bündel, welche in den distalen Stamm dieses Nerven, oder, wie wir ihn nennen können, in den Kollektorstamm des Trochl. übergehen; besonders tritt dabei ein Bündel hervor, welches hauptsächlich den Kollektorstamm dieses Nerven bildet. Genannter Stamm tritt in der Ebene des accessorischen Zweiges R. opht. superf. auf und entwickelt sich aus dem Maschenwerk der Bündel des Trochlearis, welche das mit dem G. R. opht. anastomosierende Netz dieses Nerven bildeten. Im Vergleich zu Embryo № 2 ist dieses Netz stark ausgebildet, und die Differenzierung der einzelnen Bündel dieses Nerven findet sehr hoch statt.

Embryo № 4, F. P. 4,6 mm. (Fig. 4).

In diesem Stadium ist schon die Vereinigung des unteren und des oberen Kieferzweiges des Trig. zu merken, die in eine gemeinsame kugelförmige Masse zusammenschmelzen, von welcher beide Nervenstämme ausgehen. Das G. R. opht. behält im Ganzen die frühere Anordnung, nur dass das G. mesocephalic. bei vorliegendem Embryo von dem Hauptganglion des R. opht. nicht so scharf abgesondert ist, was mit dem Umstande zusammenhängen scheint. dass bei vorliegendem Embryo der Thalamicus mehr erhalten ist; dieser Nerv hat ausser dem unteren und dem oberen Zweigen noch eine deutliche gangliöse Anschwellung, welche dicht an dem G. mesoceph. liegt und an demselben eine bedeutende Erhöhung bildet. Dabei ist auch der Umfang des G. mesocephal. bedeutend geringer, als bei Embryo № 3, wo, wie oben bereits gesagt, der obere Ab-

schnitt des Thalamicus samt dem an demselben gelegenen Ganglion völlig reduziert ist. Der Umstand, dass bei dem vorliegenden Embryo diese Anschwellung noch besteht und das G. mesocephalicum einen dementsprechend geringeren Umfang hat, gibt uns, wie ich glaube, das Recht festzustellen, das der Thalam. bei der Natter nicht reduziert wird, sondern mit dem G. mesocephal. rami opht. zusammenschmilzt.

Neben einer verhältnissmässig unbedeutenden Entwickelung des Trochlearisnetzes befindet sich hier eine auch nur unbedeutende Anzahl von Anastomosen dieses Nerven mit dem G. R. opht. Solche sehen wir nur zwischen dem Trochlearis und dem accessorischen Zweige R. opht. superf. Zwei derselben befinden sich an der zweiten Hälfte des accessorishen Zweiges R. opht. superf., zwei andere—an dem Vereinigungspunkte beider Zweige, und eine sogar zwischen dem Gesamtstamme R. opht. superf. und dem distalen Stamme des Trochlearis.

Das G. des Hauptstammes R. opht. superf. ist um diese Zeit beinahe vollständig reduziert, und wir treffen nur eine von dem G. opht. weit weggeschobene unbedeutende Anhäufung von Zellen am Stamme dieses Zweiges, welche längs demselben zerfliesst.

Embryo № 5. F. P. 5,3 mm. (Fig. 5).

Das Zusammenfliessen der Kieferzweige ist bei diesem Embryo schon weit vorgeschritten, und wir sehen hier eine verschmolzene knotige gangliöse Masse mit einer undeutlichen Zerteilung in zwei Hälften. Die Wurzeln des G. R. opht. liegen unter der Masse, welche diesen Zweig von aussen zudeckt. Im Verglich zu № 4 ist das G. R. opht. hier der Länge nach stark ausgedehnt, und seine beiden Abzweigungen,—das G. mesocep. und das Hauptganglion opht., liegen von einander weit ab. Der Thalamicus ist gänzlich verschwunden, und mit dem G. mesoceph. anastomosiert der Ocul. allein. Die Masse des G. mesoceph. hat stark zugenommen, was mit dem definitiven Anschliessen des Thalamicus an dieselbe in Zusammenhang steht.

Ebenso, wie bei ebenbeschriebenen Embryonen anastomosiert auch hier der Oculomotorius zum Teil mit dem G. R. opht. An dem Kreuzungspunkte behält des Ramus opht. im Allgemeinen die Lage,

welche wir an den vorigen Embryonen gesehen; der Unterschied besteht darin, dass wir hier anstatt eines accessorischen Zweiges zwei derselben treffen, von denen der eine in drei weitere Abzweigungen, welche ein eigenartiges Netz bilden, zerfällt; dieses Netz anastomosiert zum Teil mit dem Trochl. und zum Teil wird es von dem Hauptstamme des R. opht. superf. kollektiert, mit welchem alle feinen Zweige dieses Netzes endlich zusammenfliessen.

Mir scheint, dass dieser Vorgang mit dem Aneinanderrücken der mit dem Trochl. anastomosierenden Zweige des G. ophtal. zusammenhängt. Ein derartiges Aneinanderrücken entsteht infolge der Beschränkung der Ebene der Verstreuung vereinzelter Trochlearisfasern, welche immer mehr und mehr von dem distalen Ende dieses Nerven kollektiert werden.

Die Anastomosen, welche zwischen dem G. R. opht. und dem Trochl. unmittelbar bestanden, sind dabei zu der Basis des accessorischen Zweiges Rami opht. superf. näher herangerückt, wobei sie einen zweiten accessorischen Zweig gebildet haben. Der erste accessorische Zweig geht infolgedessen schon unmittelbar von dem Hauptstamme R. opht. superf. aus. Das G. des Hauptstammes ist um diese Zeit schon völlig verschwunden.

Embryo № 6. F. P. 7,7 mm. (Fig. 6).

Zum Schluss will ich jetzt noch auf die Struktur der Nerven bet einem Embryo in den letzten Stadien, wenn der Schädel in den Hauptzügen schon formiert ist, näher eingehen.

Im Allgemeinen bleibt das frühere Bild erhalten, es ändern sich nur einige Einzelheiten an den gegenseitegen Beziehungen der Abschnitte.

Der R. opht. geht bei vorliegendem Embryo unter der Masse der zusammengeflossenen G. der Kieferzweige, des Trigeminus und des Facialis hervor. Das G. opht. liegt an demselben ungefähr ebenso, wie bei Embryo № 5; dem vorderen Winkel dieses G. schliesst sich der Abducens an (wie es beigelegte Rekonstruktion zeigt) und etwas weiter der Oculom. Kurz nach Anschluss dieses letzteren geht von dem Stamme des N. opht. der um diese Zeit seine gangliöse Struktur vollständig eingebüsst hat, der R. opht. superf. ab, mit welchem der Seitenzweig des Trochl. zusammenläuft. Der R. opht.

superf. hat bei diesem Embryo einen nur unbedeutenden Umfang und steht auf dem Wege zur völligen Reduktion. Etwas weiter geht von dem Stamme der R. opht. zu dem Musc. rectus externus ein Nerv aus, welchen ich demzufolge als den von neuem abgesonderten Abducens ansehe.

Unweit von dem Sehnerv zerfällt der Stamm des R. opht. in zwei Nerven: der eine umgeht den Sehnerv von unten und ist der differenzierte Oculomotorius der andere — von oben, und ist der R. opht. profundus. An letzterem liegt dicht am Scheidepunkte das G. mesocephalicum.

Der Trochlearis ist in der Hinsicht interessant, dass an demselben die Verbindung mit dem R. opht. superf. vermittelst eines anastomosierenden Seitenzweiges besteht und andererseits, weil er in der Ebene der Kreuzung mit dem R. opht. superf. eine Zerspaltung des Stammes in einzelne Bündel (in gegebenem Fall sind es vier) welche kurz darauf wieder in einen distalen Kollektor zusammenlaufen, aufweist. Diese lokalisierte Zersplitterung des Nervenstammes deutet unzweifelhaft auf die Erhaltung von Spuren des in früheren Stadien vorhanden gewesenen faserigen Netzes der Trochl., welches mit dem R. opht. superf. anastomisierte. Als einzige Spuren desselben finden sich jetzt nur ein anastomosierender Zweig und eine lokalisierte Zersplitterung des Nervenstammes seiner Länge nach.

Allgemeine Uebersicht der Ausbildung der Gruppe des Trigeminus bei der Natter.

Schema Fig. 29.

Nachdem wir die einzelnen Stadien der Entwickelung dieser Gruppe bei der Natter beschrieben haben, wollen wir nun die Ergebnisse aller eben erörteten Erscheinungen besprechen.

Vor allem verdienen die accessorischen Ganglien der Gruppe Trigemini unsere Aufmerksamkeit. Als accessorische werde ich nur die Ganglienknoten bezeichnen, in denen Ganglienzellen zu konstatieren sind. Die Haufen Begleitzellen (G.-leistenzellen) an den verworrenen Faserknäueln werden hierbei, als ein Gebilde von zweifelhaftem morphologischem Wert ganz ausgeschlossen. Als accessorische Ganglien unterscheide ich also: das Ganglion der Hauptzweige des R. opht. superf., als das erste auf Kosten der Plakode

gebildete: das Ganglion der accessorischen Zweige R. opht. superf. und an dem Trochlearis: als zweite Gruppe—das Ganglion an dem R. opht. prof., das G. mesocephalicum und das Ganglion Nervi thalamici.

Auszuschliessen sind als Gebilde rein mechanischen Ursprungs die Zellklumpen längs dem Abducens und seiner Anastomosen mit dem G. opht., die Zellklumpen am Vereinigungspunkte des Abducens mit Oculomotorius und die zufälligen Zellhaufen an dem Trochlearis.

Der Umstand, dass an dem R. maxillaris sich sympatische G. aus Zellhaufen bilden, welche der Struktur nach völlig analog sind, könnte einigen Grund geben derartige Haufen als G.-anlagen anzusehen; jedoch müssen wir die Entwickelung der sympatischen G. (r. maxillaris) analysierend, darauf schliessen, dass derartige Klumpen am Stamme des Nerven nur die Bedeutung von Faktoren haben können, welche die später längs dem Stamme dieses Nerven und des G. maxillaris migrierenden Ganglienzellen anzuheften bestimmt sind. Als Ganglien von exclusiv sympatischem Charakter haben sie eine ganz untergeordnete morphologische Bedeutung und sind das Produkt von Nervenkernen, von denen ihre Zellen den Ursprung nehmen. Demzufolge haben solche Klumpen, wenn sie keine Ganglienzellen besitzen, nicht den geringsten morphologischen Wert und kann auf denselben die Analyse dieser Nervengruppe keineswegs begründet werden.

Von hinten beginnend müssen wir zu allererst die accessorischen G. Nervi trochl. und Rami opht. superf. eingehender betrachten. Es ist nur ein einziges Mal gelungen, wirkliche G.-knoten an dem Trochlearis der Natter zu treffen; in allen übrigen Fällen wurden die Anastomosen dieses Nerven mit dem G. trigemini nur durch Anhäufungen nicht spezialisierter G.-leistenzellen begleitet, und so können denn, wie ich meine, die von mir in den Knoten des Trochl. einmal vorgefundenen Ganglienzellen nur dafür zeugen, dass durch dieses Bereich, nach der Masse der G.-leistenzellen ein Durchgang von Nervenkernanlagen stattfindet (nach der Terminologie meiner früheren Arbeit, der dorsalen sensiblen Plakode); die Elemente derselben sind bei dem Ausfall aus den Wandungen des Neuralrohrs von der Grundmasse der G.-leistenzellen nicht zu unterscheiden, sie teilen sich jedoch von derselben durch ihre Fähigkeit sich zu G.-zellen auszubilden, aus.

Der Zusammenhang aller dieser Anhäufungen von G.-leistenzellen mit dem G. Rami opht. ist ein schlagender Beweis des Umstandes, dass die ganze Masse der G.-leistenzellen, und in der Zahl die ganze Masse der dorsalen Plakode, hier nach dem G. opht. durchzieht. Die Reste, welche wir dabei als ganglienlose, oder ganglienenthaltende Anhäufungen an dem Trochlearis finden, treten nur als Ueberbleibsel der Konzentrierung von G.-leistenzellen bei der Bildung dieses Ganglions auf; im Mesenchym werden sie infolge der spezifischen Entwickelungsumstände der Natter angehalten.

Die verhältnissmässig späte Bildung der G.-leisten und besonders deren bedeutend verspätetes Versinken längs dem Neuralrohr verursachen eine höchst verspätete Konzentrierung der G-.leisten zu Ganglien und verhelfen dem Differenzieren von G.-zellen in den Massen der noch nicht zu Ganglien konzentrierten Leisten. Ein zufälliges Anhalten von Elementen der dorsalen Plakode in einer verspäteten Anhäufung von G.-leistenzellen hat in solchen Klumpen das Auftreten von G.-zellen zur Folge und gibt uns das Recht diese Klumpen als Ganglien, d. h. gewissermassen als morphologische Enheit zu bezeichnen.

Ein derartiger Sachverhalt erfordert von unserer Seite die grösste Vorsicht im Auslegen der G.-anhäufungen bei der Natter und gebietet zur Begründung unserer Schlüsse viel eher eine Analyse der Entwickelungsprocesse zu unternehmen, als eine genaue Konstatierung der Anzahl einzelner G.-massen.

Infolge der Anastomose des Trochlearis mit dem G. opht. und mit dem R. opht. superf. stehen die Zellklumpen an diesem Nerv sorwohl mit dem G. R. opht. als auch mit den Stämmen dieses Zweiges in Verbindung und geben uns über die an dem R. opht. superf. befindlichen Ganglienknoten Aufschluss. Es müssen hier zweierlei Knoten unterschieden werden, erstens die Ganglien des accessorischen Zweigs, welche denselben Ursprung haben als die des Trochlearis, mit denen sie unzertrennlich verbunden sind, und zweitens, das Ganglion des Hauptstammes, welches im Gegensatz zu den ersteren, in Hinsicht sowohl seiner Lage, als auch seines Umfangs höchst konstant ist. Es wird auf Kosten der G.-leistenzellen und auch auf Kosten der aus der ihm entsprechenden Plakode migrierten Ektodermzellen gebildet, diese Plakode ist in Vergleich zu den epibranchialen sehr schwach entwickelt und unterscheidet sich von denselben durch ihre Lage.

Das zweite Ganglion ist auch ein Rest der dorsalen Plakode; die Konzentration desselben ist verspätet und es tritt, im Mesenchym angehalten, als Nebenknoten auf. Der accessorische Zweig Rami opht. superf. befindet sich in konstantem Zusammenhang mit dem Trochlearis und entwickelt sich in Verbindung mit letzterem als specieller mit Trochl. anastomosierender Zweig, was uns berechtigt seine G.-anhäufung als das Derivat derselben dorsalen Plakode zu betrachten, welcher die G.-zellen der Anhäufungen des Trochl. selbst ihren Ursprung verdanken. Die direkte Anastomase dieser Klumpen mit dem G. opht. ist keineswegs als ein Widerspruch dieser Meinung zu betrachten, denn die verworrene und unbeständige Anordnung der Zellhaufen an dem Trochl. und aller seiner Anastomoseverzweigungen beweist deutlich, dass die topographische Lage solcher Klumpen keinen besondern morphologischen Wert haben kann.

Weit komplicierter stehen die Sachen mit dem G. des Hauptzweigs des R. opht. superf. Der Ursprung dieses G. aus einer Plakode gibt ihm eine von obenerwähnten ganz abgesonderte Lage, und es wird uns nur durch die Vergleichung embryologischer Daten und besonders auf Grund seiner beständigen Bildung auf Kosten einer speziellen ektodermalen Plakode gestattet, seiner segmentalen Lage und morphologischen Bedeutung etwas näher zu kommen.

Bei erstem Anblick kann die Entwickelung dieses Ganglion aus einer Plakode den Gedanken erwecken, dass seine Plakode derjenigen des G. opht. (d. h. des G. mesocephalicum der Selachier, Amphibien und Vögel) homolog ist. Doch beweist uns die nähere Betrachtung der topographischen Lage dieser Plakoden, dass zwei Kategorien derselben zu unterscheiden sind: die eine ist das Derivat der Schleimkanäle und tritt bei Reptilien als Plakode des Hauptzweigs Rami opht. superf. auf, bei Vögeln—als unbestimmte Plakode des G. opht. und bei Hypogeophys, aller Wahrscheinlichkeit nach, als Plakode G. opht., die andere gehört zum Typus der Plakode des G. mesoceph. der Selachier, ähnelt schon einigermassen den epibranchialen Plakoden und ist bei den Reptilien durch die ektodermale Migration der Zellen des unteren Abschnitts Nervi thalamici ausgedrückt.

Diese beiden Kategorien unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Entwickelung. Die Plakode erster Art geht successiv die Linie des Schleimkanals entlang, nähert sich allmählich der Peri-

pherie, und ihr Ganglion tritt als mobile Grösse auf, welche die Anordnungslinie dieser Sinnesorgane wiederholt und demzufolge einen selbständigen Charakter aufweist; die Plakode zweiter Art ist, umgekehrt, eine streng stabile Grösse, und ihr Gang ist durch konstante topographische Beziehungen mit den benachbarten Organen verbunden. Nur eine allgemeine Verschiebung der nächsten Organe (was wir am Vagus sehen) verursacht eine Verschiebung des epibranchialen Ganglions.

So darf denn die Plakode des G. des Hauptstammes R. opht. superf. in keinem Fall mit der Plakode mesocephalica verwechselt werden. Es zeugt nur von einer verschwundenen Funktion des Hauptstammes R. opht. superf., welche ehemals in der Innervierung der supraorbitalen Schleimkanäle bestand.

In seiner Untesuchung über die Entwickelung des Trigeminus bei Selachiern schliesst Dohrn, auf Grund der Pluralität der G.-Klumpen am Trochl. und seiner Zersplitterung in einzelne Fasern, auf die Pluralität und die Polymerie dieses Nerven. Die Befunde von Dohrn scheinen mir jedoch ganz ungenügend, um eine dergleiche Schlussfolgerung aus denselben zu ziehen, da es unmöglich ist die Pluralität von Lage und Zahl nach so unbestimmten Elementen als Grundlage zu diesem Schlusse zu gebrauchen. Wenn wir diesen Weg gehen wollten, so könnten wir ja leicht als Endresultat die maximale Zahl zufällig angtroffener Zweige als die Anzahl der segmentalen Nerven ansehen, welche an der Bildung des Trochl. Anteil nehmen: das Vorhandensein der Klumpen von G.-leistenzellen, welche diese Zweige begleiten, könnte in diesem Fall als genügender Beweis unserer Annahme gelten. Mir scheint es aber zum mindesten riskiert, dem zufälligen Antreffen dieser oder jener Zahl von Anastomosen oder Ganglienknoten eine entscheidende Bedeutung bei der Feststellung unserer Schlüsse einzuräumen. Um alle diese Erscheinungen aufzuklären, darf man sich keines fertigen Masses bedienen; will man alle einander widersprechenden Vorgänge zusammenfassen und diese höchst verworrene Frage der Morphologie des Nervensystems zu erhellen suchen, so kann dieses einzig und allein durch die Vergleichung der dabei angetroffenen gegenseitigen Beziehungen und besonders der mechanischen Entwickelungsverhältnisse geschehen. Weiter will ich versuchen bei Erörterung der morphologischen Bedeutung des Trochlearis alle diese Vorgänge bei der Natter in ein

allgemeines Bild zusammenzufassen; für jetzt fahre ich in der weiteren Darlegung der accessorischen Ganglien fort.

Das nächst zubetrachtende ist das G. mesoceph., welches sich zwischen dem Hauptganglion opht. und dem N. thalamicus anlegt und gleich von Anfang an durch seine Anastomose mit dem Oculomot. charakterisiert wird. Es ist ein Derivat der G.-leistenzellen und tritt als dem Oculomot. entsprechendes dorsales Ganglion auf. Es ist höchst wahrscheinlich, dass bei der Natter nur ein gewisser Teil der dorsalen Plakode dieses Nerven sich zu einem abgesonderten Ganglion mesencephalicum konzentriert, während die grösste Anzahl von Zellen in dem G. ophtalm. nachbleibt, von welchem das G. mesoceph. sich nur allmälich differenziert.

Der Thalamicus kann wohl bei der Natter als einer der eigentümlischsten Nerven angesehen werden. Obgleich er auch bei andern Reptilien vorkommt, so ist er doch bei denselben bei weitem nicht so stark ausgebildet, als hier. In seinem Hauptteil (der ganze dorsale Abschnitt) ist dieser Nerv ein Derivat der G.-leistenzellen, und nur sein unterer Abschnitt allein bildet sich bei Anteilnahme migrierender Ektodermzellen (es ist zu glauben, dass dieser Ektodermdistrikt der epibranchialen Plakode dieses Segments entspricht. Demzufolge können wir den oberen Teil dieses Nerven als ein Derivat der dorsalen Plakoden betrachten, und da er eine eigentümlich abgesonderte Stellung in dem Raum zwischen Mesencephalon und Thalamencephalon einnimmt, muss anerkannt werden, dass er auf Kosten einer spezifischen dorsalen Plakode sich bildet. Der obere Abschnitt des Nerven kann demnach als Zentralteil des Nerven angesehen werden, und der untere kleine Stamm mit seinem accessorischen Ganglien als peripherer Abschnitt. Von den Stämmen, welche von dem dorsalen G. dieses Nerven abgehen, kann demzufolge der obere als zentripetal und der untere—als zentrifugal unterschieden werden. Es widerspricht diesem keineswegs der Anwuchs der Fasern des ersten dieser Stämme in der Richtung nach dem Ektoderm, denn erstens haben wir es hier mit einer Umbiegung des Stammes zu tun, welcher von der Anastomose mit dem R. opht. prof. und der Augenblase in die Tiefe gezogen wird, und zweitens begegnen wir einer derartigen Richtung nach dem Ektoderm bei Anwuchs der zentripetalen Fasern des G. N. trochl. bei andern Reptilien und, nach den Befunden von Dohrn, auch bei Selachiern.

Die Reduktion der diesen Plakoden entsprechenden Hinterhörner und die bedeutenden mechanischen Veränderungen in der Zellanordnung des Mesenchyms, welche durch die Hirnbeuge an dieser Stelle hervorgerufen werden, üben einen merklichen Einfluss auf das Irren dieser Fasern. Dieses Irren tritt, wie wir weiter sehen werden, obwohl in anderer Richtung, jedoch in demselben Grade auch bei dem Anwuchs der Fasern motorischer Nerven in diesem Bezirk auf. In seiner höchst ausführlichen Arbeit über die Entwickelung der Nerven bei dem Huhn erwähnt Ramon y Cajal ein Irren der Fasern des Oculom. und in meiner früheren Arbeit ist es mir gelungen, derartige Erscheinungen als Regel im Bereich der Hirnbeuge für motorische Fasern der Nerven: Abducens, Trochlearis und Oculomotorius festzustellen. Dieser Meinung widerspricht keineswegs der Umstand, dass die Fasern das zentrale Nervensystem nicht erreichen, denn wir sehen hier nicht nur allgemeine durch die Hirnbeuge verursachte Vorgänge, welche die Struktur des Mesenchyms stören, sondern auch sekundäre, in Gestalt der stark wuchernden Augeblase, welcher das ihn umgebende Gewebe verdrängt und den zentralen Teil des Thalamicus in die Tiefe hineinzieht. Die distalen Enden des Thalamicus sowohl das proximale, zentripetale, als auch das periphere-zentrifugale richten sich nach aussen.

Der untere Stamm des G. N. thalamici kann als zentrifugaler Stamm dieses Nerven angesehen werden, da erstens seine Fasern ungeachtet der anastomosierenden Kreuzung mit dem R. opht. prof. ihre ursprüngliche Richtung beibehalten und durch die Zellklumpen des unteren Abschnitts N. thalamici, welche halbektodermalen Ursprungs sind, hindurchwachsen, ohne die für zentripetale Fasern in gegebenem Fall unvermeidliche Richtung längs dem Stamme des R. opht. prof. N. trigemini nach den Wurzeln dieses Nerven einzuschlagen; zweitens, weil die untere distale Anhäufung der G.-zellen dieses Nerven uns berechtigt, in derselben den Rest einer Plakode, Anlage des Sinnesorgans, zu sehen, was aus den gegenseitigen Beziehungen dieses Klumpens zu dem Ektoderm, dessen Zellen zum Teil an seiner Bildung beteiligt sind und aus der dauernden Verbindung der Klumpen mit dem Ektoderm zu schliessen ist.

So glaube ich denn, dass wir es hier mit den Resten eines spezifischen dorsalen sensiblen Nerven zu tun haben, welchen ich nach Vergleichung mit dem Thalamicus Platt als demselben völlig ho-

molog ansehe. Weiter werden wir sehen, dass die Reste dieses Nerven, besonders die seiner distalen Plakode, bei Reptilien sehr konstant sind. Der obere Abschnitt der Nerven, oder eigentlich sein dorsales G. werden im Gegenteil bei Reptilien mit stärker, als bei der Natter, entwickelter Epiphyse nicht getroffen. Während bei Reptilien eine hohe Ausbildung der Epiphyse als Regel gilt, sehen wir bei der Natter als merkwürdige Ausnahme eine nur geringe Entwickelung dieses Organs, eine weit geringere, als bei Vögeln und sogar als bei Säugetieren.

In der embryonalen Periode sehen wir hier eine nur ganz unbedeutende unpaare Erhöhung der Hirnblasenwandungen und nicht die geringsten Spuren einer Differenzierung der Hirnabschnitte. Dieser Umstand kann als Hinweis darauf gelten, dass wir es gerade beider Natter keineswegs mit einer Reduktion der Epiphyse, sondern mit deren Ausfall aus dem Neuralrohr zu tun haben, was die Bildung des G. N. thalamici mit seinen rudimentären Stämmen zur Folge hat.

Mich auf alle diese Befunde stützend, schliesse ich darauf, dass der Thalamicus der Natter als Rudiment eines dorsalen sensiblen Nerven selbständiger segmentaler Bedeutung auftritt und dem pinealen Segment angehört. Bei der Natter fliesst dieser Nerv endlich mit dem G. mesoceph. zusammen, welches bei derselben einen doppelten Ursprung hat.

Eutaenia radix.

Dem allgemeinen Entwickelungscharakter des Trigeminus nach, steht die Eutaenia der Natter ziemlich nahe, und wir begegnen hier denselben morphologischen Einheiten, wie dort. Ein Unterschied liegt in dem Umstande, dass die Entwickelung hier sehr rasch verläuft, weshalb das ganze Bild an Deutlichkeit einbüsst, und die Gruppe des Trigeminus nicht zo genau in ihre morphologischen Bestandteile zergliedert werden kann. In Betracht der Uebereinstimmung der Entwickelung von Eutaenia und Tropidonotus in den Hauptzügen, will ich jetzt nur zwei Embryone eingehender betrachten, von denen der eine dem Stadium № 2 des Tropidonotus entspricht, und der zweite zwischen Embryo 5 und 6 desselben liegt.

Embryo № 1 F. P. 3 mm. (Fig. 7).

Vorliegender Embryo bewahrt, wie ersichtlich, alle Teile des Trigeminus, welche im Stadium № 1 bei Tropidonotus auftreten. Die Struktur der Kieferganglien lasse ich unbeachtet und gehe gleich zu der Beschreibung des G. opht. und seiner wechselseitigen Beziehungen zu den motorischen Nerven und zu den sie begleitenden accessorischen Ganglien über.

Auf der Rekonstruktion der Eutaenia № 7 sehen wir das G. opht. mit dem Abducens anastomosieren; diese Anastomose ist bedeutender, als bei der Natter, obgleich es mir nie gelang (es wurden drei Embryone in ungefähr diesem Stadium studiert) die Bildung ganglienartiger Klumpen zu finden, wie ich sie bei der Natter getroffen.

Der Abducens erhält hier, wie bei der Natter, auxiliäre Bündel im Bereich des Trigeminus; diese Bündel treten aber nicht so regelmässig auf und wurden nur bei zwei dieser Embryonen vorgefunden, bei dem dritten fand ich sie nicht. Bei dem Embryo, welcher zu der Rekonstruktion diente, waren sie jedoch viel deutlicher zu unterscheiden, als bei der Natter. Wie bei der letzteren, so fliesst auch hier der Abducens mit dem Oculomotorius zusammen.

An dem R. opht. prof. sehen wir bei der Eutaenia in diesen Stadien ein bedeutendes Ganglion (G. mesocephalicum), welches an Umfang und Deutlichkeit der Differenzierung alles übertrifft, was ich sonst bei irgend welchen Reptilien gesehen habe. Dieses G. ist durch eine Anastomose mit dem Oculom. verbunden, und im Gegensatz zu dem, was wir bei der Natter gefunden, fliesst mit dieser Anastomose auch das Ganglion der Plakode des unteren Abschnitts des Thalamicus (placoda mesocephalica) zusammen und bildet an der Anastomose eine scharf ausgeprägte gangliöse Anschwellung. Bei dem Ausgang von dem G. opht. wiederholt der R. opht. superf. im Allgemeinen das, was wir schon bei der Natter sahen; ein gewisser Unterschied in den Einzelheiten betont noch den morphologischen Wert dieser Stämme.

An der Basis des Hauptstammes R. opht. superf. oder mit andern Worten, des Stammes, welcher mit den Plakoden der Schleimkanäle der supraorbitalen Reihe verbunden ist, sehen wir eine

ansehnliche gangliöse Anschwellung, deren Umfang bei weitem das übertrifft, was ich bei andern Reptilien zu sehen bekam, und welche deutlich genug die, mit der Tätigkeit des Hauptstammes R. opht. superficial. verbundene Einteilung des G. opht. markiert. Neben dieser Anschwellung geht von dem G. opht. ein accessorischer Stamm des R. opht. superf. ab; es ist mir jedoch nie gelungen, einen Zusammenhang desselben mit dieser Anschwellung zu beobachten, und in frühen Stadien lässt sich seine vollständige Unabhängigkeit von derselben feststellen.

Am Hauptstamme des R. opht. superf. sehen wir, wie bei der Natter, Reste eines Plakodeganglions; jedoch ist es nicht so scharf ausgeprägt und reduziert sich früher, als bei der Natter. Bei vorliegendem Embryo treffen wir es schon in beinahe völlig reduciertem Zustande in Form einer lokalen Zellanhäufung an dem R. opht. superf.

Der accessorische Stamm Rami opht. superf. anastomisiert mit dem Trochlearis und, was von besonderer Wichtigkeit ist, es wird an dieser Anastomose sehr konstant die Bildung eines Gangl. von grösserem, oder minderem Umfang beobachtet. Nach der Anastomose mit dem Trochlearis läuft der accessorische Stamm des R. opht. superf. mit dem Hauptstamme dieses Ramus zusammen, was wir schon bei der Natter sehen konnten.

Der Trochlearis zerspaltet sich, wie bei Tropidonotus, vor der Anastomose mit R. opht. superf. in ein faseriges Netz; diese Zerspaltung erreicht jedoch niemals einen so bedeutenden Umfang, wie ich ihn bei der Natter fand, und der kollektierende Stamm erscheint sehr früh differenziert.

Von hohem Interesse sind die accessorischen Ganglien, welche bei Eutaenia in Verbindung mit dem Trochlearis und dem G. ophtalmicus vorkommen, aber auch von letzterem unabhängig im Bezirk des Zwischenhirns liegen und manchmal mit dem Oculomotorius verbunden sind.

Auf der Rekonstruktion № 7, V-tr. sehen wir bei Eutaenia eine accessorische Wurzel des G. opht. und ausserdem einen kleinen Nervenzweig, welcher diesem Ganglion parallel liegt, ein Ganglion trägt und mit dem Trochlearis anastomosiert. Diese G.-zweige können, wie ich glaube, mit dem Ganglion der Anastomose des accessorischen Stammes Rami opht. superf. mit dem Trochlearis in dieselbe

morphologische Einheit eingerechnet und als Reste der Plakode des Segments Nervi trochlearis betrachtet werden; diese Plakode tritt bei Reptilien als Bestandteil des G. opht. auf und als Ursprung seines accessorischen R. opht. superf. Die Anastomose des accessorischen Nervenzweiges mit dem Trochlearis hat in dieser Hinsicht eine besondere Bedeutung.

Diese accessorischen G.-knötchen stehen bei verschiedenen Embryonen in den mannigfachsten Beziehungen zu dem Trochlearisnetz, wie auch zu dem G. opht. und den Wurzeln des Trigeminus. Bald sehen wir dieselben und die von ihnen gebildeten Stämmchen als deutlich unterscheidbare Nerven (wie auf Fig. 7 V-tr.) bald in verschiedenen Stadien der Vereinigung, welche entweder die Bildung von accessorischen Wurzeln des G. opht. zur Folge hat (was in dem Fall geschieht, wenn mit letzterem die peripherischen Zweige dieser Nerven vollständig zusammenfliessen), oder die Bildung von accessorischen Zweigen des G. opht. hervorruft, welche entweder blind im Mesenchym enden, oder (im Fall des Zusammenfliessens der zentripetalen Zweige und der Differenzierung der zentrifugalen), mit dem Trochlearis zusammenlaufen.

Die verschiedenartigsten Varianten in der Anordnung dieser Zweige führen uns allmählich zu dem Bilde, welches wir oben bei Natter antrafen, oder, mit andern Worten, zu dem Verschmelzen des dorsalen Ganglions des Segments Nervi trochleari mit dem G. opht.

Ein zweites accessorisches G. finden wir hier, ebenso wie bei der Natter, in Form des Nervus thalamicus (Fig. 7 V g. th.). Im Gegensatz zu letzterer ist dieses Ganglion verhältnismässig schwach ausgebildet und liegt viel tiefer, weshalb seine Zweige im Mesenchym ohne jede Spur ihres Ursprungs aus einer ektodermalen Plakode enden. Die höchste Entwickelung erreicht gewöhnlich der obere Zweig, welcher wie bei der Natter, als ein zentripetaler betrachtet werden kann. Manchmal ist eine Pluralität der G. Nervi thalamici anzutreffen, und einmal sah ich die Bildung eines G. neben dem zentralen Nervensystem ungefähr in der Ebene des Corpus mamillare. Doch der Umstand, dass diese Ganglien ohne jegliche Regelmässigkeit auftreten und dass das letztere von mir nur auf der einen Seite des Embryo vorgefunden wurde, veranlasst mich hier das Vorhandensein einer einfach mechanischen Zersplitterung der

G.-leisten und eine zufällige Bildung mehrerer Ganglien auf Kosten von nur einer segmentalen Plakode anzunehmen.

Bei Eutaenia konnte ich nie eine Verbindung des Trochlearis mit der unteren Plakode des G. mesocephal. wie bei der Natter, oder mit irgend welchem Zweige des Trigem. finden.

Das letzte G. welches noch bei Eutaenia erwähnt werden muss. ist das unregelmässige G. an dem Oculomot. Es liegt (Fig. 1 g. c.) an dem Oculomotorius etwas oberhalb des G. opht.; von ihm hinauf und nach aussen zum Mesencephalon hin geht ein kleiner Zweig ab, welcher sich bald im Mesenchym verliert. Die Struktur dieses Zweiges wird durch eine Menge Begleitzellen charakterisiert, welche demselben einen ganglienartigen Charakter verleihen. Es scheint mir, dass diese Erscheinung derjenigen gleichgestellt werden muss, welche bei Selachiern von Reinhard Gast [1]) als proximales Ganglion des Oculomotorius beschrieben worden ist.

Ausser letzterem haben wir es bei diesem Ganglion, wie ich glaube, mit verspäteten Resten des G. mesoceph. zu tun, welches bei Vögeln und Selachiern dem G. ciliare den Ursprung gibt.

Embryo № 2 F. P. 5 mm. (Fig. 8 u. 9).

Auf diesen Abbildungen ist die Rekonstruktion beider Seiten des Embryo F. P. 5 mm. dargestellt, um die gegenseitigen Beziehungen der beiden Stämme Rami opht. superf. klarzustellen.

Fig. 9 a V r. o. s. und b V r. o. s. zeigt uns auf einer Seite beide Stämme R. opht. sup. von einander ganz unabhängig und parallel gelegen. Die charakteristischen Züge dieser Stämme treten ganz deutlich hervor und sie unterscheiden sich ebenso scharf, wie wir es bei der Natter gesehen. Der Hauptstamm geht von dem G. opht. neben der Abgangsstelle des R. opht. prof. ab, richtet sich nach oben und zieht über dem Trochlearis, sich fest an dessen Stamm anschmiegend. Wir sehen aber weder Anastomosen dieser Stämme, noch irgend welche Spuren des Vorhandenseins eines G. und der Stamm des Hauptzweiges R. opht. superf. kreuzt einfach den Trochlearis.

---

[1]) Reinhard Gast. Die Entwickelung des Oculomotorius und seiner Ganglien bei Selachierembryonen. Mitt. zoolog. Station. Neapel, 19, B.

Der accessorische Stamm des R. opht. superf. anastomosiert, im Gegenteil, mit dem Trochl. bei seiner Kreuzung mit letzterem, und wir sehen hier einen bedeutenden G.-knoten, welcher längs dem R. opht. superf. und auch längs dem Trochlearis eine kurze Strecke zerfliesst (Abb. g. tr.).

Weiter läuft der accessorische Stamm des R. opht. sup. dem Hauptstamme parallel, ohne mit demselben zu anastomosieren. Bemerkenswert ist an der Basis des ersteren eine auxiliäre Wurzel, welche offenbar als Rest der bei Embryo № 1 beschriebenen accessorischen Ganglien des Trochlearis angesehen werden muss. Auf der anderen Seite dieses Embryo (Abb. 8) sehen wir ein vollständiges Zusammenfliessen dieser beiden Zweige und die Anastomose des gesamten Stammes R. opht. superf. mit dem Trochl. An der Anastomose treffen wir abermals ein Ganglion, welches wir jetzt schon ganz bestimmt als Ganglion des Segments Nervi trochleari betrachten können.

Was die übrigen Ganglien anbetrifft, so sehen wir, wie bei Embryo № 1, das G. mesocephalicum (Fig. 8 V g. m.), welches bei Eutaenia sich zum typischen G. ciliare umgestaltet hat und bei vorliegendem Embryo eine Mittellage zwischen den Stämmen des R. opht. prof. und dem Oculomot. einnimmt und später auf den beide Nerven verbindenden Anastomosezweig gänzlich übersiedelt. Der Thalamicus und das G. Nervi oculomot. sind um diese Zeit schon völlig verschwunden. Die Anastomose des Abducens mit dem G. opht. bleibt auf beiden Seiten erhalten, und bei der Untersuchung späterer Stadien können wir ersehen, dass sie sich allmälich in eine vollständige Vereinigung des Abducens mit dem G. ophtalm. umbildet.

Allgemeine Uebersicht der Entwickelung der Gruppe des Trigeminus bei Eutaenia.

Schema Fig. 29.

Wie wir sehen, bleibt im Allgemeinen das Schema dem bei Tropidonotus dargestellten gleich, und es tritt nur der morphologische Wert einzelner Bestandteile der Gruppe des Trigeminus mehr hervor, namentlich der der G. des Segments Nervi trochleari und des Segments Nervi oculomot. (G. mesecephal.) nebst dem selbstständi-

gen Wert des Hauptstammes und des accessorischen St. Rami opht. superf.

Das G. Nervi trochlearis bleibt dauernd erhalten bis zum späteren lokalen Zusammenfliessen des Trochl. mit dem G. ophtalm., und dieses ist der einzige mir bei Reptilien vorgekommene Fall, wo das G. dieses Nerven eine vollständige morphologische Individualität erreicht.

Es muss noch schliesslich hinzugefügt werden, dass bei Eutaenia mit der minderen Entwickelung des G. Nervi thalamici eine weit höhere Ausbildung der Epiphysen (als bei Tropidonotus) zusammenhängt; hier finden wir schon an denselben eine weitere Zerteilung in zwei Blasen.

Emys lutaria.

Die Entwickelungsgeschichte der Gruppe des Trigeminus bei Emys weist nicht minder interessante Erscheinungen auf, als bei der Natter. Jedoch, im Gegensatz zu der systematischen, folgerichtigen Ausbildung der einzelnen Elemente bei letzterer, begegnen wir bei Emys einer kolossalen Amplitude individueller Schwankungen in der Struktur der accessorischen Elemente dieser Gruppe. Ausser der Unbeständigkeit der Lage einzelner Zweige und der sie begleitenden Klumpen des G. Nervi trochl. sehen wir hier beständige Schwankungen im Auftreten der abgesonderten Gang-knoten, welche gleich dem Trochlearis bei der Natter, hier mit dem G. opht. anastomosieren. Demzufolge können wir uns hier keineswegs, wie es bei der Natter geschehen, auf eine systematische Darstellung einer Reihenfolge von Stadien beschränken, sondern sind veranlasst auf mehrere individuelle Abweichungen im Auftreten der uns interessirenden Erscheinungen einzugehen.

Embryo № 1 F. P. 2 mm. (Fig. 11).

Die Darstellung der betreffenden Region bei Emys beginne ich mit der Beschreibung eines Embryo, bei welchem die accessorischen Ganglien im Bezirk des G. opht. dieser Gruppe die höchste Ausbildung erreicht haben, was gleich von Anfang an gestattet, in dem hier bei Emys gefundenen Bilde uns zurechtzufinden.

Die Struktur der Kieferganglien des Trigeminus hat bei Emys

einen nur unbedeutenden Unterschied von der Natter. Beide Hauptteile dieses G. sind scharf ausgeprägt, jedoch etwas weniger, als bei Tropidonotus. Der obere Kieferzweig Nervi trigem. steht überhaupt dem unteren an Umfang bedeutend nach, wodurch Emys sich den Vögeln nähert, bei denen die weitere Zerteilung der Kieferganglien ganz ausbleibt. Das Hauptganglion ophtalmicum ist um seine Wurzeln konzentriert, und selbst in einem so frühen Stadium ist zwischen seiner Hauptmasse und den Wurzeln kein Zwischenstamm zu treffen, wie wir ihn bei der Natter fanden.

Mit dem distalen Ende des G. opht. ist, wie bei der Natter, eine Anzahl accessorischer Ganglien verbunden. Bei vorliegendem Embryo sind diese Ganglien mit den motorischen Nerven nicht verbunden, da die letzteren sich erst im Beginn ihrer Ausbildung befinden. Der Oculomotorius ist bis zum Bezirk des Trigeminus vorgewachsen und hat in den Hauptzügen seine gewöhnliche typische Lage längs dem hinteren Rande der Orbite eingenommen. Der Abducens befindet sich um diese Zeit erst im Beginne seines Auftretens, und sein Stamm ist nur als unbedeutender Faserbündel markiert, welcher mit dem halb aus G.-leistenzellen und halb aus Mesenchymzellen gebildeten Zellklumpen verbunden ist.

Der Trochlearis beginnt erst sich in Form von inneren Bündeln, welche noch der dorsalen Seite des Isthmus vorwachsen, zu differenzieren.

Das erste accessorische Ganglion, auf welches wir näher eingehen müssen, tritt als deutlich gangliöser Zellklumpen auf, liegt unter dem Ganglion ophtalmicum und ist durch eine Anastomose mit dessen inneren Wandungen verbunden. Wie beigelegte Rekonstruktion zeigt, hat dieser Klumpen eine längliche Form und liegt mit seiner Längsachse der Einschnürung des Neuralrohrs parallel, zwischen dem Metencephalon und der Region des Mittelhirns. Von beiden Enden dieses Ganglions gehen Nervenzweige ab, welche teils aus Nervenfasern mit einer verhältnissmässig geringen Zahl von Begleitzellen gebildet sind (das obere), zum Teil aber eine verhältnissmässig vorherrschende Quantität letzterer Zellen aufweisen (der untere freie Zweig, der untere Anastomosezweig mit dem Oculomot. und die Anastomose mit dem G. opht.). Der obere Zweig dieses Ganglions richtet sich längs der Einschnürung des Isthmus nach der dorsalen Seite des Neuralrohrs hin; sein Ende

biegt sich von letzterem etwas abwärts und endet blind im Mesenchym. Von den unteren Zweigen zieht der eine, indem er die ihm im Wege liegenden venösen Bäume umgeht, nach der Anhäufung von Mesenchym und G.-leistenzellen, welche den Oculomot. umringt, endet aber, ohne dieselbe erreicht zu haben, blind im Mesenchym, wo er sich in den Wandungen der Gefässe verliert. Der andere, mit dem Oculomot. anastomosierende ist, wie weiter zu sehen, bei Emys konstant; er weicht sogleich nach der Richtung zu dem Oculomot. ab und fliesst mit letzterem an der Zellanhäufung zusammen, welche das distale Ende dieses Nerven umgibt und aus hier angessammelten G.-leistenzellen nebst Mesenchym gebildet wird. Der letztere Zweig hat die meiste Quantität von Begleitzellen.

Den grössten Umfang erreicht der letzte Zweig dieses Ganglions, namentlich seine Anastomose mit dem G.-opht. Ihrer Struktur nach hat dieselbe den Charakter einer einfachen Ganglienbrücke zwischen diesem Ganglion und dem Hauptganglion Rami opht. Für jetzt will ich nicht auf den morphologischen Wert dieses G. näher eingehen, da dieses weiter bei der allgemeinen Uebersicht der Entwickelung dieses Bereichs bei Emys viel bequemer geschehen kann. Der Deutlichkeit der weiteren Darstellung halber sei hier jedoch erwähnt, dass ich geneigt bin dieses Ganglion als ein dorsales des Segments Nervi oculomot. anzusehen, mit andern Worten als den homolog des G. mesoceph. der Selachier.

Mit der äusseren Seite des vorderen Randes des G. opht. ist ein anderer G.-klumpen verbunden; bei vorliegendem Embryo ist es, dank dem innigen Zusammenhang mit der Hauptmasse des G. ophtal., ein Ganglienzweig. Seiner topographischen Lage nach entspricht er dem Gang. trochl. der Selachier (Dohrn, Froriep) und der Reptilien (Hoffmann, Oppel). Soviel ich feststellen konnte. entwickelt er sich auf Kosten der Zellen der ektodermalen Plakode, welche, wie schon früher erwähnt, der Plakode, des G. des Hauptzweiges Rami opht. superf. bei der Natter analog ist, weshalb ich denselben als letzterem homolog betrachte.

Höchst wichtig ist der Umstand, dass das distale Ende dieses G. und der von ihm gebildete Zweig keisenwegs, wie es Filatoff annehmen möchte, als Ueberbleibsel der Verbindung dieses Ganglions mit dem Ektoderm, noch als Anlagen des Nervus ophtalm. superfic.

betrachtet werden müssen. Genannter Zweig bildet sich ganz unabhängig von denselben und wird von Filatoff mit diesem Ganglion und seinen Derivaten verwechselt.

An dem R. opht. prof. sehen wir bei diesem Embryo nur einen gangliösen Klumpen, den wir mit vollem Recht als dem distalen unteren Gangl. des Thalamicus bei der Natter homologen betrachten können.

Wie es die Rekonstruktion Abb. 8 zeigt, biegt der R. opht. profund. bei seinem Eintritt in die Orbite scharf um; von dem Gipfel des also gebildeten Winkels geht nach der Richtung zu dem Oculomot. ein kleiner Zweig ab, welcher in den äusseren Mesenchymschichten Stellung fasst. Bei vorliegendem Embryo sind um diesen Zweig herum nur vereinzelte Zellen zu sehen, welche sich von der gesamten Mesenchymmasse durch ihre intensive Färbungsfähigkeit unterscheiden, weshalb von einem G.-knoten nach keine Rede sein kann; jedoch bei andern Embryonen derselben Grösse, z. B. bei dem nächstfolgenden, haben wir es schon mit einem klar ausgeprägten G.-klumpen zu tun, welcher demjenigen identisch ist, welchen ich mehrmals Gelegenheit hatte bei der Natter zu beschreiben. Bei vorliegendem Embryo ist noch keine bestimmte Anastomose dieses Zweiges mit dem Oculomotorius zu merken; soviel ich aber beobachten konnte, geht der ihn umgebende Zellklumpen allmälich in die den Oculomot. umgebende Zellanhäufung über.

Embryo № 2. F. P. 2 mm (Fig. 11).

Das erste accessorische Ganglion bei № 1, das ich als G. mesocephalicum ansehe, ist bei vorliegendem Embryo sehr wenig ausgebildet, und wir treffen es hier nur in Form einer unbedeutenden Anschwellung des G. opht. die unmittelbar in die des Ganglions übergeht, welches ich bei № 1 als G. des Hauptzweiges R. opht. superf. bezeichnete, und in Form einer Anastomose des G. opht. mit dem Oculom., welche auf der Rekonstruktion unter dem R. opht. prof. verborgen bleibt. Wie hier zu sehen ist, geht von der Anschwellung des an der Basis Rami opht. superf. liegenden Ganglions ein Zweig ab, welcher nach dem Isthmus zieht und eine kurze Strecke weiter von seinem Ausgangspunkte sich in zwei Zweige teilt, was, wie ich glaube, durch seine Bildung auf Kosten von

zwei accessorischen Ganglien hervorgerufen wird. So viel ich herausfinden konnte, erscheint eine derartige Verzweigung als allgemeine Regel bei dem Zusammenfliessen der beiden ersten accessorischen Ganglien miteinander.

Die Umbiegung des R. opht. prof. an der Stelle der Abzweigung des Thalamicus ist bei diesem Embryo nicht so stark ausgeprägt, als bei № 1, was durch die geringe Entwickelung der Augenblase bedingt zu sein scheint. Dafür ist aber das distale Ganglion Nervi thalamici bei vorliegendem Embryo weit mehr ausgebildet und um dasselbe herum hat sich schon ein gangliöser Klumpen vollkommen zusammengruppiert. Letzterer ist hier mit dem Oculomot. nur durch einzelne Zellen verbunden und hat noch keinen direkten Zusammenhang mit diesem Nerv.

So sehen wir denn auch in diesem Fall, wo alle betreffenden Erscheinungen in minimalem Grade ausgeprägt sind, zweifellose Hinweise auf die drei nämlichen Ganglien, die wir bei № 1 vorfanden.

Embryo № 3. F. P. 2,6 mm. (Fig. 12).

Bei diesem Embryo ist schon der Beginn einer Differenzierung des ersten G. ciliare an dem Oculomot. zu merken, und die ersten Anzeichen des Vorhandenseins Nervi trochleari ausserhalb des Neuralrohrs.

Hier ist der Abducens schon bis zu der Orbite vorgewachsen und der M. rectus externus hat sich zu einer deutlichen Muskelanlage ausgebildet. Dabei sind keine Spuren motorischer Wurzeln in der Region der Wurzeln des Trigem. zu sehen, und die Wurzeln des Abducens liegen ausschliesslich unter dem Facialis und dem Glossopharyngeus.

Das bedeutendste Interesse bieten auch hier die accessorischen Gang. des R. opht. Das erste derselben ist deutlich zu unterscheiden, wie in Form einer Anschwellung an dem G. opht. im Abgangspunkte der Anastomose zu dem Oculom., so auch in Form eines Ganglienknotens an letzterem an dem Vereinigungspunkte mit der Anastomose. Dieser letzte Knoten hat einen klar ausgeprägten gangliösen Charakter und ist bei Emys sehr konstant, indem er stets an dem Vereinigungspunkte des Oculomot. mit der primären Anastomose des Trigeminus liegt. Bei allen von mir untersuchten

Embryonen, wie in diesem, so auch in früheren Stadien, fand ich stets einen G.-knoten an der Basis der Anastomose. Der Umstand, dass dieses Ganglion durch seinen Zusammenhang mit dem Trigeminus charakterisiert wird, gestattet uns dasselbe dem accessorischen G. Rami opht. prof. der Natter (G. mesocephalicum) parallel zu stellen, welches ebenfalls eine primäre Anastomoseverbindung mit dem Oculom. als charakteristischen Zug aufweist. Diesem Ergebniss widerspricht keineswegs der Umstand, dass bei der Natter dieses Ganglion sich an dem R. opht. prof. ausbildet und weiter besteht, denn bei Emys sehen wir, dass dasselbe sich ursprünglich an der Hauptmasse des G. opht. anlegt und erst später längs der ihn mit dem Oculomot. verbindenden Anastomose auf diesen Nerv hinüberrückt. Ein analoges Bild findet sich nach Neal auch bei Selachiern.

Die Konzentration der Zellhaufen, welche den Oculomot. mehr nach unten, an seinem Verbindungspunkt mit dem Thalamicus umgehen, gibt uns einigen Grund anzunehmen, dass an der Ausbildung genannten Knotens diese Zellen beteiligt sind und, wahrscheinlich, die Grundelemente seiner Struktur bilden.

Das accessorische Ganglion des R. opht. superf. ist bei vorliegendem Embryo stark entwickelt. Beigelegte Rekonstruktion zeigt ihn uns in Form eines abgesonderten, durch einen Zweig mit dem R. opht. superf. verbundenen gangliösen Knotens. Ausser dem Anastomosezweige geht von diesem Ganglion noch ein Zweig nach der Richtung zu dem Isthmus aus.

Im Gegensatz zu dem, was wir bei dem vorhergehenden Embryo gesehen, ist bei diesem das accessorische G. Rami opht. mit der Basis des R. opht. superf. nicht verbunden, sondern anastomosiert in einiger Entfernung von dem Anfange dieses Zweiges.

Der Thalamicus beginnt sich in zwei Stämme zu differenzieren, in einen distalen, gangliösen und einen proximalen, faserigen. Zwischen der distalen Strecke dieses Nerven und dem Oculomot. können bei diesem Embryo schon unbedingte Anzeichen einer Anastomose festgestellt werden; zugleich bekommt der distale G.-klumpen die typische Struktur einer G.-anlage. Hier sehen wir also die Bildung eines zweiten Ganglions, welches mit dem Oculom. und mit der zweiten Anastomose dieses Nerven mit dem Trigeminus in Verbindung steht. Auf Grund solcher Befunde schliesse ich auf die Möglichkeit dieses Gangl, dem ersten G. ciliare als homo-dynamisch zu betrachten.

Wenn wir die Ausbildung des G. ciliare mit der Ontogenese dieser Region bei der Natter vergleichen, so haben wir vollen Grund darauf zu folgern, dass bei der letzteren die höhere Ausbildung des Thalamicus eine Konzentrierung des G. mesoceph. an dem R. opht prof. (an der Stelle des zweiten G. ciliare bei Emys) zur Folge hat.

An dem distalen Klumpen des Oculom., welcher um diese Zeit nach unten verschoben ist, wird schon eine deutliche Differenzierung der Anlagen der von diesem Nerv innervierten Augenmuskulatur bemerkbar. So viel beobachtet werden konnte, nehmen die Zellen dieses Klumpens an der Ausbildung des zweiten G. ciliare, oder des distalen G. Nervi thalamici gar keinen Anteil.

Embryo № 4 F. P. 3 mm. (Fig. № 13).

Bei diesem Embryo wächst der Trochlearis schon bis an das Bereich der Orbite vor und tritt, wie Rekonstruktion № 13 zeigt, mit dem Hauptganglion des R. opht. superf. in Verbindung. Die Struktur des ersten accessorischen G. Rami opht. hat bei vorliegendem Embryo keine Veränderung erfahren, mit Ausnahme einiger histologischen Vorgänge, auf welche ich unmöglich näher eingehen kann.

Die Anastomose dieses Ganglions mit dem Trigeminus bleibt erhalten, und die Anschwellung, welche bei № 3 an dem G. opht. hervortrat, hat sich nun völlig ausgeglättet.

Die Anastomose des Oculomotorius bekommt eine typisch faserige Struktur, und die grosse Anzahl der sie in früheren Stadien charakterisierenden Begleitzellen verschwindet.

Das accessorische G. R. opht. superf. tritt, wie bei vorhergehendem Embryo in Form eines abgesonderten, durch einen Anastomosezweig mit dem Hauptganglion opht. verbundenen Knotens auf. Der distale Zweig dieses Ganglions ist nicht, wie bei № 3, nach dem Isthmus gerichtet, sondern nach unten umgebogen und mit der Anastomose zwischen Nervus trochlearis und Ramus opht. verbunden. Die Biegung dieses Zweiges ist sehr scharf und kann vielleicht durch das Vorwachsen des Trochlearis erklärt werden, welcher diesen Zweig mit sich fortzieht. Das zweite G. ciliare, oder das G. Nervi thalamici, bildet sich vollständig zu einem Ganglion aus, und bei vorliegendem Embryo gehen von demselben die Anlagen des Nervus ciliaris nach der Orbite ab. Seinen Funktionen nach scheint also

das G. N. thalam, bei Emys dem G. ciliare anderer Wirbeltiere zu entsprechen.

Embryo № 5. F. P. 4 mm. (Fig. 14).

Die Struktur der Anastomosen zwischen Nervus trochl. und N. trigeminus einerseits, und andererseits die Lage des Trochl. und die Entwickelung der accessorischen Zweige des Hauptgangl. Rami opht. kann bei diesem Embryo dem, was wir bei № 1 angetroffen, vollkommen gleichgestellt werden.

Hier begegnen wir nochmals einer verhältnismässig starken Ausbildung des ersten accessorischen Ganglions (G.-mesocephalicum) als dessen zentripetaler Ast der kleine Zweig (V—Fig. 14) angesehen werden muss. Er geht von der gangliösen Anschwellung des Hauptganglions Rami ophtal. aus, von deren vorderem Rande eine Anastomose zu dem Oculom. abgeht. Diese Anschwellung befindet sich, wie bei Embryo № 1 unter der Basis Rami opht. superfic. von der Hauptmasse des Ganglions opht. etwas nach innen. Ihrer Beziehung zu dem G. opht. und dem N. oculom. und ihrer Lage nach stimmt diese Anschwellung mit dem ersten accessorischen G. des Embryo № 1 uberein. Der Zweig, welcher von derselben zu dem Isthmus abgeht, wächst Anfangs infolge der Verschiebungen des Trigeminus horizontal vor, dem Boden des vierten Ventrikels entlang, und nur sein Ende allein biegt nach oben um, in der Richtung zum Dache und ein wenig nach aussen, wie bei № 1; es nähert sich dem Trochl., tritt jedoch mit demselben nicht in Verbindung.

Der R. opht. superf. geht von dem Ganglion wie bei der Natter, in Form von zwei Wurzeln ab; an ihrem Abgangspunkte vereinigt sich mit denselben von innen die Anastomose mit dem Trochl. und dem G. R. opht. superf.

Im Gegensatz zu dem, was ich früher bei Emys beobachtete, treten bei vorliegendem Embryo die Wurzeln Rami opht. super. und sogar die des Hauptstammes dieses Zweiges in seinem ersten Abschnitt, ihrer Struktur nach, als unmittelbare Fortsetzung des Gewebes des G. opht. auf und zeichnen sich durch einen scharf ausgeprägten gangliösen Charakter aus.

Die Anastomose des Trochl. mit dem G. opht. geht an den Wurzeln des accessorischen Zweiges Rami opht. superf. von letzterem aus, und es bildet sich hier eine gangliöse Anschwellung dieses

Stammes. Nach der Beziehung dieser Anastomose zu dem Trochl. und nach der Zunahme des Umfangs dieses Nervenstammes am Vereinigungspunkte mit der Anastomose zu urteilen, muss angenommen werden, dass diese letztere, wahrscheinlich auf Kosten der Fasern des G. opht. gebildet wird und dass der Knoten dem G. Nervi trochlearis bei der Natter und bei Eutaenia homolog sein muss.

Der abgesonderte Knoten gangliösen Charakters, welcher mit dem R. opht. superf. an dem Vereinigungspunkte seiner Wurzeln in einen gemeinsamen Stamm anastomosiert, scheint dem R. opht. superf. des vorhergehenden Embryo homolog zu sein.

Das G. Nervi thalamici und das erste G. ciliare haben bei vorliegendem Embryo nichts bemerkenswertes.

Embryo № 6. F. P. 4,5 mm. (Fig. 15).

Die Struktur der Gruppe des Trigeminus stellt bei diesem Embryo die äusserste Grenze in entgegengesetzter Richtung dar. Das Fehlen einer Verbindung zwischen dem G. opht. und dem Trochl. stimmt in den Hauptzügen mit dem Bilde, welches wir bei dem Huhn antreffen, überein, und nur durch das Vorhandensein des Thalamicus, des R. opht. superfic. und der zwei Ganglien ciliare wird der Typus der Struktur dieses Bereichs bei Emys beibehalten.

Das erste accessorische G. des R. opht. ist bei diesem Embryo sehr schwach vertreten; alles was von demselben zu sehen ist, beschränkt sich auf seine Anastomosen mit dem Oculomotorius und dem Ganglion ciliare an letzterem.

Das zweite accessorische Ganglion fehlt hier gänzlich und folglich auch die Anastomose des G. opht. mit diesem Nerv, der Trochlearis kreuzt den R. opht. superf. ganz normal und zieht unter demselben nach der Orbite hin.

Das G. thalam. tritt bei Emys völlig normal auf und hat bei diesem Embryo an Umfang bedeutend zugenommen. Die Nervi ciliares gehen von demselben ganz normal ab.

Embryo, № 7 F. P. 5,3 mm. (Fig. 16).

Der letzte Embryo, welchen ich eingehend betrachte, bietet schon das Bild betreffender Region bei erwachsenen Schildkröten dar. Die Kieferganglien des Trigeminus sind nun beinahe gänzlich miteinander

und mit dem G. opht. dieses Nerven verschmolzen, und von den früher vorhandenen Einteilungen zeugt nur eine Anzahl einzelner Erhöhungen an dem gesamten Ganglion, welche allmälich in Hauptstämme dieses Nerven übergehen.

Von der gesamten Anschwellung des G. opht. gehen, wie auch früher, der R. opht. superf., und die Anastomose mit dem Oculomot. ab. Dies R. opht. superf. teilt sich bald nach seinem Abgange von dem G. opht. in zwei Stämme, von denen der nach innen liegende Trochlearis kreuzt und mit demselben anastomosiert. Dieser Stamm st nichts weiteres, als die frühere Anastomose des G. opht. mit dem Trochl., welche sich zum zweiten Stamm des R. opht. superf. umgebildet hat.

Das erste accessorische Ganglion besteht in Form des ersten G. ciliare und der Anastomose des Oculom. mit dem Trigeminus. Das zweite Ganglion verschwindet gänzlich, wie bei der Natter.

Das G. Nervi thalamici bleibt in Form des zweiten G. ciliare erhalten, teilt sich in zwei Aeste, von denen der eine mit dem Oculomot. definitif verschmilzt, und der andere in eine nähere Verbindung mit dem Trigeminus tritt. Von letzterem geht der Nervus ciliaris ab.

Allgemeine Uebersicht der Entwickelung der Gruppe des Trigeminus bei Emys lutaria.

Shema Fig. 30.

Wenn wir die Entwickelung dieser Gruppe bei Emys mit der Ausbildung derselben bei der Natter vergleichen, sehen wir eine völlige Uebereinstimmung der morphologischen Einheiten, welche an dem Aufbau genannter Region bei diesen Reptilien beteiligt sind. Wir finden hier, wie bei der Natter, folgende morphologische Bestandteile:

1) Das erste accessorische Ganglion. Infolge seiner primären Verbindung mit dem Oculomot. sehe ich es als dem accessorischen G. Rami opht. prof. (G. mesocephalicum der Selachier und der Natter) homolog an und rechne es mit letzterem zu der dorsalen Plakode des Segments Nervi oculomotorii. Diese Meinung findet einen genügenden Grund in dem Bilde, welches wir bei Embryo № 1 gesehen haben.

2) Das zweite accessorische Ganglion. Seine Verbindung mit dem R. opht. superf. und mit einer speziellen ektodermalen Plakode gestattet mir dasselbe als dem gangliösen Knoten des Hauptzweiges R. opht. superf. der Natter homolog und seine Zweige als die bei letzterem den Hauptstamm Rami opht. super. präformierenden anzusehen. Wenn letzteren fehlt (was mit dem Fehlen des Stiels an dem G. opht. und seiner Verkürzung bei Emys überhaupt sehr interessant zu vergleichen ist) entwickeln sich nur die Fasern der gangliösen Zellen dieses Knotens.

3) Die dorsale Plakode des Segments Nervi Trochl. bei Emys ist mit dem G. opht. völlig verschmolzen, was aus den Anastomosen des Trochlearis mit dem G. opht. und seinem, R. opht. superf. ersichtlich ist, welchen ich demzufolge als dem accessorischen Zweige der R. opht. superf. der Natter homolog betrachte.

4) Das dritte accessorische Ganglion liegt gerade an der schroffen Biegung des R. opht. profund. bei dessen Eintritt in die orbitale Region, ist mit dem Ektoderm verbunden und bildet das zweite Ganglion ciliare; diese Befunde veranlassen mich dasselbe als den unteren Abschnitt Nervi thalamici und als dem Plakodeganglion homolog anzusehen.

Was die motorischen Nerven der Orbite anbetrifft, so sehen wir im Vergleich zu der Natter einen nur teilweisen Unterschied. Der Abducens nämlich hat im Distrikt der Wurzeln des Trigeminus keine Wurzeln und fliesst weder mit letzterem, noch mit dem Oculom. zusammen.

Der Trochlearis geht als Mediankreuzung aus, und ein nur unbedeutender Teil seiner Fasern wird durch die lateralen Kerne abgelenkt. Letztere sind bei weitem nicht so stark ausgeprägt, wie bei der Natter. Nach der Verbindung dieses Nerven mit dem G. opht. zu urteilen, stimmt der morphologische Wert des ersteren mit entsprechendem Nerven der Natter überein.

Der Oculomotorius hat dieselbe Lage, wie bei der Natter. Seine Verbindung, bei Emys, mit zwei Ganglien, von deren das eine als Derivat des Thalamicus, d. h. der dorsalen Plakode des Segments der Epiphyse auftritt, liefert einen wertvollen Befund zur Bestätigung unserer, in der Arbeit über die Entwickelung dieser Region

bei dem Huhn ausgedrückten Meinung, nämlich der, dass die Bildung des Kerns Nervi oculomot. auf Kosten der Verschmelzung von zwei nacheinanderfolgenden Kernen geschieht, des eigentlichen Kerns Nervi oculomot. und des motorischen Segments der Epiphyse; ein Teil seiner Fasern bildet die Primärfasern der Commissura posterior, während der andere sich dem Kerne des Oculomot. auschliesst. In gegebenem Fall ist die Attraktion, welche der Oculomot. auf die Reste der spezifischen Plakode dieses Segments und auf die dorsale sensible Plakode des letzteren ausübt, eine wertvolle Bestätigung dieser Ansicht.

Chelydra serpentina (Fig. 17).

Schema 31.

Die Entwickelung dieser Region bei Chelydra werde ich nicht in allen Einzelheiten erörtern, da im Allgemeinen die dabei vorkommenden Erscheinungen nichts neues zu obengeschilderten Befunden hinzufügen können, und will nur einen einzigen Embryo eingehend betrachten, weil derselbe uns das Grundschema der Struktur betreffender Region bei dieser Schildkröte darbietet. Fig. 17 zeigt uns die Rekonstruktion der Gruppe des Trigem. bei einem Embryo mit einer F. P. von 4 mm. Die Struktur der Kieferganglien bei diesem Embryo ist für beide obenbeschriebenen Reptiliengruppen höchst typisch und ich werde auf dieselbe nicht näher eingehen.

Seinen Beziehungen zu den Kieferganglien nach gleicht das Hauptganglion opht. dem, was wir bei Emys bereits gesehen haben. Was die accessorischen Ganglien anbetrifft, so tritt das erste accessorische G. mesocephalicum nur als leichte Anschwellung auf und liegt an der Basis des R. opht. prof. zwischen dem Hauptganglion opht. und dem Ausgangspunkte eines Zweiges von demselben zu dem distalen Ganglion Nervi thalamici.

Im Gegensatz zu dem, was wir bei den obenbeschriebenen Gruppe gesehen, besitzt dieses Ganglion keine specifische Anastomose mit dem Oculomot., was, wie ich glaube, durch eine höscht frühzeitige und bedeutende Anastomose des Zweiges R. opht. prof. mit dem G. Nervi thalam. und durch dasselbe mit dem Oculom. erklärt werden kann. Das G. N. thalam. entwickelt sich ebenso wie das entsprechende bei Emys, verschmilzt ober später vollkommen

mit dem Oculomotorius, an welchem es als G. ciliare weiter besteht. Ebenso wie bei Emys ist auch bei Chelydra der dorsalen Teil des Thalamicus gar nicht entwickelt und dieser Nerv ist nur durch den nämlichen unteren, mit dem speziellen Zweige des P. opht. profund. verbundenen Abschnitt vertreten. Jedoch sehen wir hier, im Gegensatz zu Emys, dass dieses Ganglion sich Aufangs von dem an ihm etwas seitwärst vorbeiziehenden Zweige des Trigeminus ganz unabhängig anlegt und mit demselben erst später in Verbindung tritt. Zugleich ist dieses Ganglion bei Chelydra mit dem Ektoderm viel näher verbunden, und seine Differenzierung beginnt noch bei Vorhandensein dieser Verbindung.

Das G. des Hauptzweiges Rami opht. superf. ist bei Chelydra weit minder ausgebildet, als bei Emys, und ein unabhängiges Ganglion dieses Nerven konnte ich nur als Ausnahme vorfinden. Gewöhnlich befindet sich an seiner Stelle nur ein Zweig des G. opht. welchen wir als dem Hauptstamme Rami opht. superf. homolog ansehen können. Der acccessorische Zweig Rami opht. superf. tritt mit dem Trochl. in Verbindung. Dieser ist bei vorliegendem Embryo schon entwickelt und, wie beigelegte Rekonstruktion zeigt, durch ein Anastomosenetz mit dem G. opht. vermittelst des R. opht. superf. verbunden. Letzterer bewahrt seine gangliöse Struktur noch eine lange Strecke weit von seinen Wurzeln und zerfällt in eine Anzahl kleiner Zweige, welche stellenweise gangliöse Anschwellungen-Reste des G. N. trochl.-aufweisen. Der obere dieser Zweige ist der Rest obenerwähnten Zweiges des G. N. trochl. Im Vergleich zu Emys zerfällt er in eine grössere Anzahl von Anastomosen, der Trochlearis aber besitzt auch hier ebensowenig Anastomosezweige, wie bei Emys, und an der Bildung des Netzes ist der R. opht. superf. allein beteiligt, dessen Verzweigungen im Ganzen ein beinahe ebenso grosses Anastomosenetz bilden, wie das ihm entsprechende Trochlearisnetz bei der Natter. Die Struktur des Abducens und des Oculomotorius weist keine Eigentümlichkeit auf, mit Ausnahme der unvollkommenen Ausbildung des ersten G.-ciliare. Die Bildung der Wurzeln des Abducens unter dem Trigeminus bleibt aus.

Die Eidechse (Lacerta vivipara).

Die Ausbildung der Gruppe des Trigeminus bei der Eidechse fügt noch interessante Züge zu den bereits geschilderten Befunden

hinzu, besonders in dem, was den R. opht. superf. anbetrifft, dessen Ausbildung uns gestattet seine Struktur auf gewisse gesetzmässige Erscheinungen zurückzuführen.

Embryo № 1. F. P. 1,5 mm. (Fig. 18).

Dem Typus seiner Struktur, seiner Form und Lage nach gleicht des G. opht. bei Lacerta viel eher dem des Tropidonotus, als dem der Emys. Wie bei erstem ist es stark in die Länge gezogen und hat an der Basis eine Einschnürung, welche dem Stiel dieses Ganglions bei der Natter gleicht. Diese Einschnürung ist nicht immer gleichmässig, und ihre Grösse variert bei verschiedenen Individuen; demzufolge nähert sich die Form dieses Ganglions bald dem Typus seiner Struktur bei Emys, und bald demjenigen des Tropidonotus. Der Struktur und Lage der accessorischen Ganglien nach steht Lacerta ebenfalls als Mittelform zwischen Natter und Emys. Das erste acessorische Ganglion mesocephalicum, oder, wie ich es oben benannt, das erste Ganglion ciliare, liegt hier wieder an dem Ramus opht. prof. Wir sehen nämlich, das die erste Strecke dieses Zweiges (von dem G. opht. an bis zu der Biegung an dem Augangspunkte des Thalamicus) stark angeschwollen ist und aus ebensolchem gangliösen Gewebe besteht, wie die Hauptmasse des Ganglions. An dem Ausganspunkte des Zweiges nach dem Oculomotorius bei Lacerta oder an der Kreuzung des Thalamicus mit dem R. opht. prof. bei der Natter, wird bei Lacerta eine Anschwellung des Zweiges beobachtet, welche derjenigen gleicht, die wir bei der Natter sahen. Sie tritt in verschiedenem Grade auf, und ist manchmal kaum bemerkbar. Letzteren Falls ist gewöhnlich eine Anschwellung des R. opht. prof. zwischen seiner Biegung und dem G. opht. vorhanden. Von dem Biegungspunkte des R. opht. prof. geht, wie bei Emys, ein faseriger Seitenzweig ab, welcher in die bei Lacerta in diesem Stadium stark zerstreute halb aus der Plakode enstandene Anhäufung des distalen unteren Gang. Nervi thalam. eindringt. Im Gegensatz zu Emys, anastomosiert dieser Zweig schon in so frühen Stadien mit dem Zellklumpen, welcher halb aus dem Ektoderm und halb aus dem Mesenchym seinen Ursprung nimmt, das distale Ende des Oculom. umgibt und sich hier mit den Fasern dieses Nerven vermischt. Von der Längsrichtung der Thalamicus-Masse etwas in die Tiefe abweichend,

dringt diese Anastomose in die Anhäufung des Thalamicus etwa in der Mitte der Anlage des zukünftigen G. ciliare 2 bei Lacerta ein. Die Anhäufung dieser Anlage ist stark in die Länge ausgezogen und umbiegt von unten die Orbite, wobei die Verbindung mit dem Ektoderm noch erhalten bleibt. Im Vergleich zu Tropidonotus entbehrt, wie es Fig. 16 zeigt, diese Anhäufung, den Charakter einer Anschwelung und gleicht eher dem entsprechenden Abschnitt bei Emys.

So ist denn ersichtlich, dass wir hier dieselben Teile, wie bei der Natter mit Ausnahme des dorsalen Abschnitts Nervi thalamici vorfinden. Dieser letztere ist bei Lacerta ebensowenig ausgebildet, wie bei Emys.

Die Anastomose des ersten accessorischen Ganglions ist im Gegensatz zu der Natter, hier mit dem distalen Abschnitt des Thalamicus verschmolzen und zweigt sich von demslben ab.

Ich finde, dass diese Struktur den Mittelpunkt zwischen Emys einerseits und der Natter andererseits bildet, von denen die erste zwei selbständige Anastomosen des Trigem. mit dem Oculom. besitzt während die Natter zwei zusammengeflossene G. ciliares und nur eine Anastomose aufweist.

Von dem dorsalen Abschnitt des G. oculom. gehen bei vorligendem Embryo zwei Aeste ab; der eine hat, wie es die Rekonstruktion zeigt, einen Ganglienknoten, welcher z. Teil seine Verbindung mit der ektodermalen Plakode behält. Der andere zeigt keine Spuren von G.-knoten. Weiter werden wir sehen, dass diese beiden Zweige an der Bildung des R. opht. superf. beteiligt sind.

Wenn wir Lacerta mit Tropidonotus und Emys vergleichen, so können wir diesen G.-knoten als einen dem G. oculom. Rami opht. superf. bei Tropidonotus homologen ansehen, und demzufolge den Zweig, welcher einen G.-knoten trägt, mit dem Hauptzweige des R. opht. superf. bei der Natter uud bei Emys homologisieren, den Zweig aber der kein Ganglion trägt—mit dem accessorischen ganglienlosen Zweige dieses Nerven bei der Natter und bei Emys.

Embryo № 2. F. P. 2 mm. (Fig. 19).

Dieser Embryo zeigt uns interessante Varianten in der Struktur der Anlagen von Ramus opht. superf. In ihrem gegenseitigen Lageverhältniss treten wesentliche Veränderungen auf; der ganglienlose

Zweig biegt scharf nach vorn um und legt sich dem gangliösen parallel. Anstatt nach oben zu dem Isthmus gerichtet zu sein, zieht er jetzt nach vorn, wobei er jedoch sein inneres Lageverhältniss zu dem gangliösen Zweige Rami opht. superf. behält. Gleichzeitig scheinen die Wurzeln dieser Zweige sich einander zu nähern.

Das Ganglion an dem Hauptzweige R. opht. superf. oder wie ich ihn bei Lacerta wegen seiner Lageverhältnisse nenne, an dem zweiten Zweige Rami opht. superf. sondert sich nun von dem Ektoderm vollständig ab und schiebt sich längs dem R. opht. superf. von dem G. opht. nach der Richtung zu der Peripherie hin.

Embryo № 3. F. P. 3 mm. (Fig. 20).

Bei diesem Embryo sehen wir zum ersten Mal den Trochl. in die Region der Orbite eintreten, wobei seine Beziehung zu den Zweigen des R. opht. superf. höchst bemerkenswert ist. — Wie bei Tropidonotus, so tritt auch bei Lacerta der Trochl. mit dem accessorischen Zweige des R. opht. superf. in Verbindung, welcher kein beständiges spezifisches aus der Plakode stammendes Ganglion besitzt. Wie die Rekonstruktion 20 zeigt, anastomosiert dieser Zweig mit dem Trochl., wobei jedoch kein Zerfall des Trochl. noch dieses Zweiges stattfindet; dadurch gleicht das Bild im Ganzen dem, welches wir bei Emys gesehen haben. Der Trochlearis spaltet sich in einzelne Bündel unter der Anastomose mit dem R. opht. superf., diese versammeln sich nicht wie bei Tropidonotus in einen distalen Kollektornerv, sondern zerstreuen sich in der Anlagemasse des Musc. obliq. superior. Später werden diese Bündel teilweise reduziert, teilweise rückt ihr Ausgangspunkt immer weiter und weiter, bis an das distale Ende des Nerven, und wir bekommen das Bild einer ganz normalen Struktur zu sehen, wie wir sie schon bei Emys und Chelydra fanden.

Was den gangliösen Zweig R. opht. superf. anbetrifft, so verläuft er über der Anastomose des accessorischen Zweiges mit dem Trochlearis ohne mit ersterer in Berbindung zu treten. Beide Zweige ziehen ihre ganz Bahn entlang von einander ganz unabhängigen verschiedenen Mesenchymschichten hin. Das G. dieses Zweiges schiebt sich, in Vergleich zu № 2, noch mehr nach vorn längs dem R. opht. superf. und weist Anzeichen der eintretenden Reduktion auf.

Ein hohes Interesse bietet bei diesem Embryo die Differenzierung des G. ciliare. Es differenziert sich nicht aus dem G. mesoceph., wie bei der Natter und Eutaenia, und auch nicht aus dem G. N. thalamici allein, wie wir es in gleichen Umständen bei Emys und Chelydra sehen, sondern hauptsächlich aus dem Zellklumpen an dem Oculomotorius; nur der Umstand, dass die Anschwellung der ersten Strecke des R. opht. superf. an Umfang merklich abnimmt und die Struktur derselben allmählich den Charakter des übrigen Teils dieses Zweiges annimmt, dass andererseits die distale Anhäufung des Thalamicus an Umfang ebenfalls abnimmt, deutet darauf hin, dass die längs der Anastomose des Oculom. mit dem R. opht. prof. migrierten Ganglienzellen obengenannter Strecke und des Thalamicus sich der Anhäufung des G. ciliare anschliessen. Sehr wichtig ist der Umstand, dass der Zweig der Anhäufung des Thalam. bei diesem Embryo sich zu Nervi ciliares ausbildet, welche vorläufig noch die Lage des ersteren N. behalten.

Vergleichen wir die Lage des G. ciliare bei Chelydra mit der bei Lacerta, so merken wir eine sehr interessante Uebereinstimmung derselben. Dieses hängt, wie ich glaube, davon ab, dass die beiden Formen ein riesiges Vorherrschen der ektodermalen Elemente der Plakode Nervi thalamici aufweisen, während die G.-leistenzellen bei denselben nur schwach vertreten sind.

Bei aller Uebereinstimmung der definitiven Lage dieses Ganglions, sind jedoch die ersten Entwickelungsstadien dieser Reptilien so verschieden, dass sie dem Zusammenhang der Entwickelungsstufe Nervi thalam. mit dem Entwickelungsgrade der Epiphyse keineswegs widersprechen können. Bei Chelydra haben wir es mit einer Gruppierung des G. ciliare ausserhalb der Zellanhäufungen an dem Oculomotorius zu tun, und mit einer späteren Verschiebung dieses Ganglions auf letzteren Nerv. Bei Lacerta sehen wir, im Gegenteil, eine Gruppierung dieses Ganglions an dem Oculomot. und eine spätere Verschiebung desselben nach dem Tpigeminus.

Embryo № 4. F. P. 4 mm. (Fig. 21).

Der accessorische Zweig Rami opht. superf., welcher mit dem Trochl. anastomosiert, ist bei diesem Embryo schon völlig reduziert, und es bleibt nur der Hauptstamm desselben, der eine für die

erwachsene Lacerta charakteristische Struktur annimmt, erhalten. Das Plakodeganglion dieses Stammes ist hier ebenfalls reduziert, und es bleibt an dessen Stelle nichts übrig, als eine Anhäufung von Begleitzellen, welche seine frühere Lage kennzeichnen.

Der Trochlearis hat schon auch eine für die erwachsene Lacerta typische Struktur.

Was das G. ciliare anbetrifft, so erscheint es von dem Oculomotorius nach dem Trigeminus merklich verschoben; der Zweig, welcher es mit letzterem verbindet, ist bedeutend kürzer und ganglienartig geworden, und seine Masse erscheint nicht mehr so innig mit dem Oculomotorius verbunden, wie bei Embryo № 3, sondern von letzterem Nerv durch eine Einschnürung merklich abgeteilt. Dieser Befund deutet ganz klar auf ein Streben zu der Lage dieses Ganglions bei der Natter.

Allgemeine Uebersicht der Gruppe des Trigeminus bei Lacerta.

Wie oben bereits gesagt, nimmt die Struktur dieser Region bei Lacerta den Mittelpunkt zwischen Emys und Tropidonotus ein. Dieses ist an der Struktur des R. opht. superf. zu erkennen, dessen accessorischer Zweig hier eine Mittellage zwischen Emys, wo er als Hauptzweig auftritt, und Tropidonotus, wo er eine untergeordnete Bedeutung hat, einnimmt. Bei Lacerta bleiben beide Zweige im Laufe der ganzen Ontogenese von einander unabhängig, gehen ein Stadium von ungefährer Gleichheit durch, und der Hauptstamm bekommt erst später eine vorherrschende Bedeutung, wie bei der Natter.

Die Rami opht. superf. teilen sich bei Lacerta, wo die Ausbildung des Stiels Ganglii opht. eine Mittellage einnimmt, in zwei Aeste; bei Emys aber, wo dieser Steil gänzlich fehlt, werden sie von dem accessorischen Zweige verschlungen.

So sehen wir denn bei allen diesen Varianten allerlei Schwankungen in dem Entwickelungsgrade verschiedener G.-elemente desselben Segments (1 ab).

Die Ausbildung des R. opht. superf. kann in dieser Hinsicht einen noch wichtigeren Befund liefern. Das G. Rami opht. prof. nimmt ebenso wie der R. opht. superf. eine Mittellage ein: einerseits sind hier beide Ganglien des R. opht. prof. in eins verschmolzen, wo-

durch sie sich dem Tropidonotus nähern; andererseits sehen wir eine vorherrschende Konzentrierung des Ganglions ausserhalb des R. opht. prof., wodurch dasselbe dem entsprechenden G. bei Emys nahe kommt; das Streben nach dem R. opht. prof. endlich stellt es abermals dem Tropidonotus gleich.

In der Ausbildung des Thalamicus stimmt Lacerta mit Emys überein.

Es muss noch die interessante Bemerkung hinzugefügt werden, dass die Epiphyse bei Lacerta stark entwickelt ist, während sie bei den anderen oben beschriebenen Formen eine nur unvollkommene Ausbildung erreicht.

Hekko (Ascalabotes fascicularis).

Dank dem freundlichen Entgegenkommen von A. N. Severtzeff wurde mir die Möglichkeit geboten die Entwickelung des Trigeminus bei dieser höchst interessanten Gruppe zu studieren. Dem allgemeinen Charakter ihrer Entwickelung nach nähern sich diese Reptilien Lacerta, wie es auch zu erwarten war; jedoch bietet ihre Entwickelung einige höchst interessante Eigenheiten.

Embryo № 1. F. P. mm. (Fig. 22).

Rekonstruktion 22 zeigt uns, dass die Region des Nervus trigeminus bei diesem Embryo ihrer Struktur nach derjenigen der Natter und Emys sich nähert. Einerseits treffen wir in der allgemeinen Struktur des G. opht. dieselben Züge, wie bei Lacerta, und andererseits treten in der Lage des R. opht. superf. und in der Struktur des Ganglions an dem distalen Abschnitte des Thalamicus solche Züge hervor, welche Hekko der Emys nahe stellen.

An der Basis des R. opht. superf., dessen Hauptstamm bei diesem Embryo als Derivat des accessorischen Zweiges auftritt, sehen wir eine laterale gangliöse Anschwellung von unregelmässiger Form, welche mit der ektodermalen Plakode verbunden bleibt. So können wir denn dieselbe als dem Ganglion des Hauptstammes R. opht. superf. völlig homolog und den eigentlichen Stamm des R. opht. super., welcher dazu nach keine Ganglien trägt, als einen accessorischen Zweig des ersteren Stammes betrachten.

Das G. mesocephalicum tritt bei diesem Embryo nur in der Weise hervor, dass der R. opht. prof. in seiner ersten Strecke eine gangliöse Struktur aufweist und, ebenso wie bei Tropidonotus, kein abgesondertes accessorisches G. bildet. Das G. thalamicus nähert sich der Struktur nach demselben G. bei Emys, und wie bei letzterer sehen wir hier eine gangliöse Anschwellung an dem Zweige des R. opht. prof., welcher von dem Gipfel der Biegung dieses Stammes nach der Orbite ausgeht; der R. opht. prof. ist bei Hekko etwas länger, als bei Emys.

Wie bei Lacerta, so ist auch hier die Anastomose des G. N. thalamici um diese Zeit schon angelegt; demzufolge haben wir das Recht die Anteilnahme des G. des Segments N. oculomot. an der Bildung des faserigen Seitenzweiges festzustellen.

Embryo № 2. F. P. 3 mm. (Fig. 23).

Sehr interessante Varianten sehen wir bei diesem Embryo in der Struktur des R. opht. superf. Wie Abb. 23 zeigt, begegnen wir hier schon zweien R. opht. superf.; der eine, stark ausgebildete tritt als Hauptstamm R. opht. sup. auf, was aus seinem äusseren Lageverhältnis und dem vorhandenen gangliösen Knoten hervorbuchtet, obgleich letzterer viel schwächer entwickelt ist, als bei den vorhergehenden Embryonen. Der andere, bedeutend reduzierte Zweig muss als Rest des accessorischen Zweiges R. opht. superf. betrachtet werden, anastomosiert mit dem Trochl. und liegt von ersterem nach innen. Durch einen Seitenzweig anastomosiert der Trochl. mit diesem Zweige an dessen Basis.

Der R. opht. prof. ist bei vorliegendem Embryo stark angeschwollen und steht an Umfang dem Gipfel des G. opht. nur wenig nach.

Das G. N. thalamici ist nun schon als G. ciliare zusammengruppiert, entwickelt sich unabhängig von dem Zellklumpen des Oculomotorius und ist von letzterem durch einen anastomosierenden Zweig abgeteilt.

Was den Trochlearis anbetrifft, so gleicht der Charakter seiner Zersplitterung dem Bilde, welches wir bei der Natter sahen; aber er zersplittert sich hier allmählich nur in drei Zweige, von denen zwei mit dem Trigeminus anastomosieren. Der eine dieser Zweige anastomosiert mit dem G. opht., der andere mit dem accessorischen

Zweige R. opht. superf., der dritte und stärkste aber bildet direkt den eigentlichen Trochlearis selbst.

Die Kieferganglien lasse ich bei diesem Embryo und bei № 1 unbeachtet, da sie nichts besonderes aufweisen.

Embryo № 3. F. P. 4,5 mm. (Fig. 24).

Bei diesem Embryo ist die Reduktion des accessorischen Zweiges R. opht. superf. stark vorgeschritten, und wir sehen denselben nur als feinen, dem distalen Stamm des Trochl. sich anschliessenden Zweig. An seiner Basis fliesst mit dem G. opht. ein anastomosierender Zweig des Trochlearis zusammen, welcher hier als einziger Vertreter der mit dem Trigem. anastomosierenden Zweige dieses Nerven auftritt. Der Hauptstamm Rami opht. superf. nimmt, im Gegenteil, an Umfang immer mehr und mehr zu und erreicht eine ansehnliche Grösse; er bleibt als funktionierender Stamm des R. opht. superf. erhalten, woraus ersichtlich ist, dass bei Hekko dieselbe Regel gilt, wie bei Tropidonotus und Lacerta. Dieser Umstand hängt mit der starken Ausbildung der Basis des G. opht. zusammen.

Die Struktur des G. mesoceph. und des Thalamicus weist manche eigentümliche Veränderungen auf; das erstere bleibt in Form einer eigenartigen gangliösen Anschwellung der ersten Strecke des R. opht. prof. erhalten, welche unmittelbar in das G. opht. übergeht. Dadurch gleicht dieses Ganglion viel eher dem G. mesoceph. bei Tropidonotus, wo es stets an dem R. opht. prof. liegt. Der Gipfel dieser gangliösen Anschwellung ist, wie auch bei den übrigen Embryonen, durch eine Anastomose mit dem G. Nervi thalamici verbunden, aus welchem sich eigentlich das G. ciliare des Hekko gebildet hat. Im Gegensatz zu Lacerta büsst dieses G. allmälich seine von dem Oculomot. unabhängige Lage ein und schliesst sich diesem Nerv an, wobei es die typische Lage des G. ciliare der Wirbeltiere annimmt. Dieser letztere Umstand muss, wie mir scheint, dem nämlichen Processe bei Emys gleichgestellt werden.

Allgemeine Uebersicht der Entwickelung der Gruppe des Trigeminus bei Hekko.

Die Darstellung der successiven Entwickelungsstadien des Trigeminus bei Hekko zeigt uns in diesem Bereich dieselben Elemente;

hier sind sie aber so umgruppiert, dass ihre gegenseitigen Beziehungen ein höchst eigenartiges Bild bieten.

Das meiste Interesse erwecken die Beziehungen des R. opht. superf. und des Trochl., welche die bereits geäusserte Ansicht über die morphologische Bedeutung dieser Zweige bestätigen.

Alligator.

Die von mir untersuchten Alligatorembryone waren schlecht konserviert, und nur einer von allen, in ziemlich spätem Stadium, gestattete die Beziehungen der Grundelemente der Gruppe des Trigeminus genauer zu untersuchen. Das Bild, welches hier vorfand, stimmt mit dem überein, was ich bei anderen Reptilien beobachtet habe.

Embryo № 1. F. P. 8 mm. (Fig. 25).

Das G. opht. ist bei dem Alligator schwach ausgebildet und wird von den Kieferganglien gänzlich in den Schatten gestellt. Von der Hauptmasse des G. opht. gehen der R. opht. prof. und der Hauptstamm des R. opht. superf. aus. Der accessorische Stamm R. opht. superf. bleibt in Form einer Anastomose des G. opht. mit dem Trochl. erhalten. Auf einer Seite des vorliegenden Embryo ist diese Anastomose durch einen Zweig, auf der andern durch zwei vorgestellt, welche nie eine bedeutende Grösse zu erreichen scheinen.

Der Hauptstamm R. opht. superf. bei Alligator ist sehr gut ausgebildet und im Vergleich zu andern Reptilien am meisten erhalten. Seine Lage unterscheidet sich keineswegs von der bereits bei andern Reptilien beschriebenen. Der R. opht. prof. anastomosiert mit dem G. ciliare, das ich nach gewissen undeutlichen, bei Embryonen in früheren Stadien gefundenen Verhältnissen dem G. mesocephl. der Natter homolog ansehen möchte.

An dem Oculomotorius ist ausser dem einen, noch ein anderes G. zu merken, welches in die Rekonstruktion nicht eingezeichnet ist, von dem N. opht. etwas nach vorwärts liegt und welches dem zweiten G. ciliare bei Emys, oder, mit andern Worten dem G. des unteren Abschnitts Nervi thalamici homolog ist (placoda mesocephalica).

Uebersicht der Entwickelung der Gruppe des Trigeminus bei Sauropsida. Vergleich mit andern Gruppen von Wirbeltieren und Schlussforgerung.

Schemata Fig. 27—31.

Wenn wir die Ausbildung dieser Gruppe bei allen eben untersuchten Tiergruppen vergleichen, so sehen wir, dass bei Reptilien als Regel eine späte Konzentrierung der G.-leistenzellen und demzufolge die Bildung einer Anzahl von G.-klumpen auf ihrer Bahn auftritt; diese Klumpen sind zum Teil ganz typische Ganglien, zum Teil aber nur ganglienartige Anhäufungen von G.-leistenzellen. Es müssen also zwei höchst wichtige Fragen betrachtet werden: erstens, ob die accessorischen G. des R. opht. nicht vielleicht als rein mechanisches Produkt angesehen werden müssen und alle segmentale Bedeutung entbehren, wie es Neal [1]) annehmen möchte und zweitens, ob das Vorhandensein und das Fehlen solcher Ganglien nicht als Folge gewisser Verschiebungen in der segmentalen Lage des Trigemin. angesehen werden müssen. Auf die erste Frage kann, wie ich glaube, eine positive Antwort mit Bestimmtheit gegeben werden. Neal, welcher diese G. nur als mechanische, durch Einwirkung benachbarter Organe auf die G.-leisten hervorgerufene Produkte ansieht, spricht nur von angehäuften G.-leistenzellen, ohne jede Spur von G.-zellen, also ohne das Hauptmerkmal ihrer morphologischen Bedeutung, als segmentaler Ganglien. Die Verhältnisse, die er bei Acanthias traf, gaben ihm das volle Recht solchen Gangl. alle morphologische Bedeutung abzusprechen und die G. von miss Platt [2]), Froriep [3]), Hoffmann [4]), Dohrn [5]) und Oppel [6]) nur als

[1]) Neal. The segmentation of the Nervous System in Squalus Acanthias. Bulletin of Harward College, XXXI, № 7.

[2]) Platt. A contribution to the Morphology of Vertebrates Head based on a study of Acanthias vulgaris. J. of Morph. 5.

[3]) Froriep. Zur Entwickelungsgeschichte der Kopfnerven. Verh. An. Ges. München, V.

[4]) Hoffmann. Ueber die Metamerie des Nachhirns und Hinterbeins und die Beziehung zu den segmentalen Kopfnerven bei Reptilienembryonen. Zool. Anzeiger, 1889.

[5]) Dohrn. Studien u. s. w. 1890.

[6]) Oppel. Ueber Vorderkopfsomiten und die Kopfhöle bei Anguis fragilis Ar. f. Micr. Anat. 36.

mechanischen Umständen der G.-leistenwucherung untergeordnete Erscheinungen zu betrachten.

Die von Dohrn bei Selachiern geschilderten Ganglien des Trochlearis müssen schon als ein weiterer Schritt in der Klärung dieses Problems angesehen werden. Der Zusammenhang dieser Ganglien mit den Fasern des Trochlearis und dem G. opht. ist von diesem Forscher mit solcher Bestimmtheit festgestellt worden, dass die Frage über den morphologischen Wert derselben nicht mehr so einfach entschieden werden konnte. Jedoch ist das Vorhandensein von G.-zellen von Dohrn noch nicht ganz genau nachgewiesen worden, und es blieb auch fernerhin die Möglichkeit, dieselben als den Fasern des G. opht. mechanisch verbundene Anhäufungen von G.-l.-zellen anzusehen.

Die von mir bei Reptilien gefundenen Verhältnisse weisen schon einen ganz andern Charakter auf.

Es legen sich in diesen Klumpen gangliöse Zellen an, von denen, wie aus einem Zentrum Nervenzweige auslaufen. Diese G.-knoten treten mit den Zweigen des G. opht. in ganz bestimmte Beziehungen, welche sich bei allen Reptilien vorfinden.

Wenn wir nun diese G. als mechanische Folge des verspäteten Versinkens der G.-l.-zellen und als eine Konzentrierung des G. opht. ansehen, so müssen wir auch zugleich zulassen, dass in der Masse der G.-leisten dieses Bezirks spezifische dorsale Plakoden heruntersinken, welche diese Knoten bilden und die konstanten Beziehungen derselben zu den Zweigen des Trigeminus bestimmen. Wir können annehmen, dass die G.-leistenzellen keine spezielle ganglienbildende Eigenschaft haben und nur als Ursprung der zum Bau der Nerven dienenden Elemente auftreten und dass bei dem Versinken auch Zellen der dorsalen Plakoden nachbleiben, welche in diesen zufälligen Anhäufungen Ganglienzellen bilden. Wenn die Klumpen in dem Bezirk des Trochl. und Thalam. bei Selachiern nur bedingungsweise als Kennzeichen des Vorhandenseins spezifischer Nervenelemente gelten können, so finden wir dagegen bei Reptilien, infolge der bedeutenden Verspätung der Konzentration des G. opht. zwischen diesen Elementen nachgebliebene Plakodeelemente, und es liegt uns nun die Aufgabe vor, die Anzahl der Plakoden dieses Bereichs festzustellen, was auf Grund der Beziehungen dieser Ganglien zueinander und besonders zu den kon-

stanten, allen Wirbeltieren gemeinen, morphologischen Einheiten dieser Region geschehen muss. Es ist höchst wichtig dabei eine gewisse Konstanz dieser Beziehungen festzustellen, welche uns, wenigstens bei gegebener Tierklasse, gestatte, einige derselben als ganz bestimmte zu qualificieren. Unsere Befunde bei Reptilien verleihen diesen Beziehungen einen zweifellosen morphologischen Wert. Obgleich der Entwickelungsgrad, das Lageverhältnis und der Umfang solcher Ganglien bei verschiedenen Arten und Individuen bedeutende Schwankungen aufweisen, so finden wir dennoch eine ganze Reihenfolge solcher Erscheinungen, die einen jeden von diesen Ganglien charakterisierend, bei den Vertretern einer ganzen Unterklasse von Reptilien konstant bleiben. Demzufolge können wir einerseits den Einfluss mechanischer Einwirkungen bei der Entwickelung des Mesenchyms und der G.-leisten dieser Region anerkennen, müssen aber andererseits den Wert dieser Ganglien, als Reste morphologischer Komponenten des G. opht. als vollkommen sicher annehmen.

Nun wollen wir auf die zweite Frage eingehen, nämlich, ob das Vorhandensein, oder Fehlen dieser accessorischen Ganglien als Folge irgend welcher Verschiebung der Segmente dieses Bezirks auftritt. Vor allem müssen wir unsere Ansicht über die segmentale Bedeutung der Kiemenspalten feststellen, d. h. ob wir der Meinung, dass die Kiemenspalten ausserhalb der Metameren liegen beistimmen, oder ob wir den Zusammenhang der Branchiomerie mit der allgemeinen Segmentierung des Kopfes annehmen.

Es scheint mir, dass wir auf Grund der Befunde von Koltzoff bei Neunaugen, von Neal, miss Platt u. s. w. bei Selachiern, mit vollem Recht der Ansicht beistimmen können, dass die Branchiomerie der allgemeinen Metamerie des Kopfes entspricht. Meine eigenen Ergebnisse über die Entwickelung der peripherischen Nerven bei Vögeln können in diesem Sinn auch die Meinung dieser Forscher unterstützen.

So müssen wir denn anerkennen, dass das Spirakulum und seine Plakode, die Mundkiemenspalte bei Amphibien (branchie préspiraculaire) [1]), oder der Rest derselben bei Sauropsida, nämlich die epi-

---

[1]) G. Belogolowy. Une branchie préspisaculaire chez le triton etc. Biologische Zeitschrift Bd. I, H. I.

branchiale Plakode des Ganglions mandibularis Nervi trigemini, als gewisse konstante Punkte auftreten und dass das Verschieben längs derselben von dorsalen sensiblen und ventralen motorischen Elementen, durch irgend welche morphologische Anzeichen zum Ausdruck gelangen muss, sei es durch die Verbindung dieser Elemente mit denen benachbarter Segmente, oder durch das Zusammenfliessen der epibranchialen Ganglien mit den nächstliegenden G. und durch deren Umordnung in Bezug der dorsalen Ganglien. Besonders scharf müssten solche Verschiebungen auf die morphologischen Beziehungen der dorsalen zu den epibranchialen Ganglien einwirken, da diese Elemente mit den epibranchialen Plakoden unmittelbar verbunden sind. Hinweise auf derartige Erscheinungen sind indessen weder bei Vögeln, Mammalia und Amphibien, welche drei Formen keine accessorischen Ganglien besitzen, noch bei Reptilien zu finden, mit Ausnahme bei den letzteren solcher Vorgänge, wie die Entwickelung eines mehr oder minder ausgebildeten G. maxillaris, oder eines accessorischen G. Rami opht. superf. N. facialis, oder endlich der Wurzeln Nervi abducenti unter denen des Trigeminus. Alle diese Umstände, welche bei erstem Blick den Eindruck machen könnten, als ob bei den Tieren, wo solches vorkommt, eine Verschiebung der segmentalen Nervenelemente stattfinde, geben aber bei aufmerksamer Untersuchung eine deutliche Illustration der Konstanz der Anzahl von Segmenten dieser Region bei Wirbeltieren. So kann der grössere oder mindere Entwickelungsgrad des G. R. maxillari infolge seiner spezifischen Bedeutung und seiner Lage vor der Mundspalte nur zu der Frage über die Bedeutung des R. maxillaris Anlass geben, d. h. ob er als Ramus pretrematicus G. mandibularis oder als R. posttrematicus des epibranchialen Ganglion vorliegenden Segments auftritt; beide Fälle schliessen die Möglichkeit aus, die eintretende Umfangs- zunahme des G. Rami maxill. dem Verschlingen des überflüssigen hinteren Segments seitens der Trigeminusgruppe zuzuschreiben. Dieses Ganglion kann zu verschiedenen Meinungen Anlass geben; es kann angesehen werden: entweder als Derivat der dorsalen Plakode des Kiefersegments des Trigeminus (in diesem Sinn deute ich dasselte in meiner früheren Arbeit); oder als funktionelle Vergrösserung des Ramus pretrematicus des epibranchialen G. Rami mandib. und als Bildung infolgedessen einer gangliösen Anschwellung, oder kann

es einer grösseren Selbständigkeit des vorliegenden epibranchialen Ganglions zugeschrieben werden, welches gewöhnlich mit dem G. Rami mandib. zusammenfliesst, und als dessen Ramus posttrematicus der R. maxillaris auftritt. Mit diesem letzteren Gesichtspunkt stimmen auch die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen überein. Keiner von obenerwähnten Fällen weist auf den Anschluss eines neuen dorsalen Ganglions an die Gruppe des Trigeminus. In den Entwickelungsverhältnissen des G. Rami opht. superf. N. facial. kann wohl auch schwerlich ein Hinweis auf Verschiebungen in den dorsalen Plakoden gefunden werden. Erstens kommt dieser Zweig nicht bei allen denjenigen Wirbeltieren vor, bei denen der R. opht. superf. Nervi trigem. fehlt; bei Vögeln, z. B. und bei Säugetieren ist er nicht vorhanden, obgleich bei diesen Wirbeltieren der Hauptzweig R. opht. superf. sich gar nicht entwickelt. Es kann demzufolge die Bildung eines spezifischen G. dieses Zweiges bei Amphibien nur zweierlei Bedeutung haben: 1) dieses Ganglion kann dem Teile des R. opht. homolog sein, welcher bei Reptilien den Hauptstamm des R. opht. superf. N. trigem. bildet. Dieser Stamm bei Amphibien von dem Hauptteile des G. ophthat sich abgellitet. der den R. opht. prof. bildet; 2) das G. R. opht. sup. N. fac. tritt als accessorische morphologische Einheit auf und deutet auf die Polymerie der N. facialis hin. Letztere Meinung wird durch den Umstand unterstützt, dass bei Reptilien zwei R. opht. superf. ein Hauptstamm und ein accessorischer sehr konstant sind. Da der erstere mit der spezifischen Plakode der supraorbitalen Schleimkanäle verbunden ist und sich auf Kosten des G. R. opht. ohne direkte Beziehung zu dem Trochlearis und Oculom. entwickelt, so haben wir das Recht ihn als den Stamm einer von den segmentalen Organen der Segmente Nervi trochl. und oculom. unabhängigen dorsalen Plakode anzusehen, welche folglich irgend einem dritten Segmente angehören muss. Dieses Segment kann weder dasjenige des Thalamicus sein, da wir letzteren in normalen Verhältnissen antreffen, noch das irgend eines Zwischensegments, da die Entwickelung des Trochl. und des Oculom. uns unbestreitbare Befunde dafür gibt, dass hier keine Einkeilung eines Zwischensegments stattfinden kann.

Es bleibt also nur das hintere Segment übrig (und dieses kann nur das Segment der Kieferganglien sein), dessen dorsale Plakode

an der Bildung des G. opht. beteiligt sein und die Wurzeln desselben auf dem Kiefersegment befestigen könnte. Dafür spricht auch die Anastomose des Abducens mit dem G. opht. bei der Natter, wo die Wurzeln dieses Nerven an dem Segmente der Kieferganglien sich entwickeln. Ein Teil des G. Rami opht. sondert sich bei Amphibien in Form des R. opht. superf. aus, dessen Ausbildung durch ihre charakteristischen Züge dieser Meinung recht zu geben scheint. Bei dem Triton und dem Frosch, bei dem noch dazu der R. opht. superf. N. facial. nicht funktioniert, legt sich dieses Ganglion als einzelner abgesonderter G.-knoten zwischen dem Trigeminus und dem Facialis an; infolge seiner nahen Lage zu den Ganglien des Trigeminus könnte es sogar bei flüchtiger Untersuchung scheinen, dass es mit letzteren in Verbindung steht. Zudem entwickelt sich dieses G. vor dem Auftreten des R. opht. superf. und bei dem Frosch weicht sogar sein Stamm in diesem Stadium von der normalen Richtung ab und richtet sich erst später nach unten zu dem G. mandibularis, wobei der R. opht. superf. sich ausbildet. Dieses Ganglion konzentriert sich an dem oberen Teil der Wurzeln des Facialis und entwickelt bei Triton den R. opht. superf. dieses Nerven. Das Ganglion, dessen Stamm ursprünglich nach den Kieferzweigen des Trigeminus gerichtet war, scheint also im Laufe der Ontogenese sich zu dem G. Rami opht. superf. N. facialis umzubilden. Wenn wir die morphologische Individualität dieses Ganglions betrachten, so stossen wir auf folgendes Dilemma: entweder tritt es als selbständige Einheit auf, welche für die Polymerie des Facialis zeugt und folglich die Meinung von van Wjhe [1]) in Betreff der Dualität des Facialis unterstützt. In diesem Fall müssen wir annehmen, dass die Kiemenspalte entweder zwischen der Mundspalte und der Spirakularspalte, oder zwischen der letzteren und der ersten Kiemenspalte ausfällt und dass demzufolge die Uebereinstimmung zwischen der allgemeinen Metamerie des Kopfes und der Branchiomerie gestört wird. Oder tritt das Ganglion als Komponent des Trigeminus auf, hat sich von demselben abgespaltet und bildet einen Bestandteil des Facialis. In diesem Fall ist es dem Kerne des Hauptstammes R. opht. superf. homolog, oder, mit an-

---

[1]) Van Wjhe. Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes. Naturk. Verh. d. k. Akad. Wiss. Amsterdam, 783.

dern Worten, der dorsalen Plakode des Kieferganglien segments und der ersten Gruppe der Wurzelen Nervi abduc.

Ausser obenangeführten Erwägungen kann auch noch auf das gleichzeitige Vorhandensein des R. opht. major (R. opht. superf. N. fac. oder der Hauptstamm des R. opht. sup. Nervi trigemini) und des R. opht. minor (R. opht. superf. N. trigem. der Pisces oder accessorischer Stamm des R. opht. superf. N. trig. der Reptil.) hingewiesen werden, welche stets zusammenfliessen.

Es ist also ersichtlich, dass, indem wir die morphologische Individualität des G. Rami opht. superf. N. facialis bei Amphibien annehmen, wir auch zugleich die Grenzen der Verschiebung eines Teils der dorsalen Plakode eines Segments nicht überschreiten. Das nämliche bezieht sich auch auf die Wurzeln des Abducens unter dem Trigem. Das Vorhandensein derselben könnte als Hinweis darauf gelten, dass sie zum zweiten Mal nach vorwärts in den Bezirk des Trigem. ziehen. Wenn wir aber bedenken, dass dabei unter dem Facialis die Wurzeln dieses Nerven sich ganz normal entwickeln und auf denselben sich seine Tätigkeit konzentriert, so stossen wir auf ein höchst merkwürdiges Gleiten der ventralen Kerne des zentralen Nervensystems, welches im Laufe der Phylogenese längs den epibranchialen Ganglien von einem Segmente auf das andere vor sich geht, ohne dass die gesamten Beziehungen der Organe eines jeden Segments gestört wären.

Wenn wir annehmen, dass das epibranchiale Ganglion Nervi facial. den Wurzeln des Abducens entspricht, welcher bei der Natter auf dem Segmente des Trigem. liegt, so müssen wir auch zulassen, dass dieses Gangl. bei der Natter mit dem, dem folgenden epibranchialen Gangl. entsprechenden, Distrikt des zentralen Nervensystems verbunden ist, und dass folglich das G. N. facial. faktisch auf dem nächstliegenden Segmente sich befindet. Da uns aller Anlass mangelt irgend eine Konzentrierung der Kiemenspalten als deren Verschmelzen in eins anzusehen, so müssten wir als festgestellt betrachten, dass im Laufe der Phylogenese die Kiemenspalten des einen Segments auf das benachbarte mit den entsprechenden Abschnitten des zentrelen Nervensystems übersiedeln, mit denen ihre epibranchialen Gangl. in Verbindung treten. Unzweifelhaft müsste das zentrale Nervensystem dabei auch längs den Muskeln der Sinnesorgane der dorsalen Plakode hingleiten u.-s. w. Wenn wir

die Möglichkeit derartiger Processe annehmend, das Ergebnis ziehen, so könnten wir uns ja leicht den Plan des Körpers eines Wirbeltieres in folgender Gestalt denken: das zentrale Nervensystem als einen Kolben, welcher in einem durch den übrigen Körperteil gebildeten Zylinder gleitet; die zentralen motorischen Kerne würden in diesem Fall das Griffbrett dieses Kolbens bilden und in einer jeden gegebenen Lage eine Funktion übernehmen, welche mit der Lage des Abschnitts des zentralen Nervensystems in einem jeden einzelnen Segmente in voller Uebereinstimmung sein müsste. Es ist ganz handgreiflich, dass derartige Beziehungen in Wirklichkeit unmöglich sind.

So kann denn die zweite gegebene Frage positiv in dem Sinne beantwortet werden, dass die Konstanz der segmentalen Struktur des Trigeminigruppe als festgestellt zu betrachten ist, und die Varianten ihrer Struktur den inneren, durch Entwickelungsverhältnisse die funktionelle Tätigkeit der Ganglien dieser Gruppe bedingten Umstellungen zugeschrieben werden müssen.

Nachdem nun durch die Beantwortung obengestellter beider Fragen die ersten zwei Punkte festgestellt sind, steht uns noch die Aufgabe vor, auf die gegenseitigen Beziehungen aller dieser Ganglien näher einzugehen und den Versuch zu machen, dieselben in ein Grundschema zusammenzufassen.

Die Ganglien Ram. maxillo-mandibularis Nervi trigemini will ich nur flüchtig erwähnen, da ihre specifische epibranchiale Bedeutung ihnen keinen massgebenden Wert bei der Bestimmung der Segmentzahl einräumt. Ob nun die zwei Abzweigungen der Kieferganglien bei Reptilien die typischen gegenseitigen Beziehungen des epibranchialen und des dorsalen Ganglions vorstellen, wie ich es in meiner früheren Arbeit auf Grund der funktionellen Tätigkeit dieser zwei Kieferzweige anzunehmen geneigt war.; oder ob wir es mit den Rami pre-und posttrematicus nur eines epibranchialen G. zu tun haben, wie die meisten Forscher es gegenwärtig annehmen; oder sogar mit zwei aufeinanderfolgenden epibranchialen Ganglien und den entsprechenden durch die oberen und unteren visceralen Kieferbogen laufenden Rami pre-und posttremat., wie ich es auf Grund der Ergebnisse bei Reptilien und Amphibien annehmen möchte, jedenfalls sind obenerwähnte Ganglien nur als accessorische Elemente der Nervensegmente anzusehen, und es entsteht die Frage, wie weit die epibranchialen Ganglien sich nach vorwärts erstrecken.

Als ich in meiner früheren Arbeit die bis dahin bekannten Befunde über die Morphologie des Trigeminus betrachtete, fand ich nur höchst unbestimmte Hinweise auf die Entwickelung des Trigem. bei Reptilien (Filatoff, Hoffmann); deshalb schien mir möglich, die Homologie des einzigen bis dahin bei Reptilien gefundenen Zweiges Rami opht. superf. Nervi trigem. mit Ramus opht. major verschmolzenen Ramus opht. minor der Selachier und der Fische anzunehmen. Demzufolge fand ich es höchst wahrscheinlich, dass der R. maxill. dessen Funktionen in den Hauptzügen mit denen der sensiblen Nerven der lateralen Reihe übereinstimmen, als deren Vertreter in dem Segmente der Kieferganglien auftritt; so rechnete ich denn das G. maxillaris zu den dorsalen Ganglien. Die neuen Befunde, welche ich bei den Reptilien antraf, nämlich das Vorhandensein selbständiger morphologischer Einheiten in der Ontogenese der beiden Rami opht. superf. (des Hauptzweiges und des accessorischen) veranlassten mich diese Annahme zu revidieren und in dem Sinne zu ändern, dass ich nun dem G. maxillo-mandibularis eine exclusiv epibranchiale Bedeutung zuschreibe und den R. maxillaris desselben als Ramus pretrematicus ansehe, wenn wir es mit einem monomeren Ganglion, und als R. posttrematicus, wenn wir es mit einem polymeren Konglomerat epibranhchialer Ganglien zu tun haben. Ich finde es nicht möglich der einen, oder anderen dieser Annahmen beizustimmen und beschränke mich auf die Bemerkung, dass letztere mir wahrscheinlicher vorkommt, wenn wir uns die von Koltzoff erwähnten Beziehungen der Plakode G. maxillo-mandibul. bei Neunaugen in's Gedächtniss zurückrufen. Nach den Befunden von Koltzoff erstreckt sich diese Plakode bei Petromyzon Planeri von der Anlage des G. mandibul. bis zu der Plakode der Linse, und wenn Koltzoff selbst, als Widersacher der epibranchialen Deutung dieser Plakode, sich gegen die Möglichkeit ihrer Zerteilung in secundäre, von Kupfer festgestellte Abschnitte ausspricht, so weist er jedenfalls in topographischer Hinsicht auf eine höchst wichtige Ausdehnung derselben, welche uns gestattet den Ursprung dieser Plakode dem Zusammenfliessen der in Reduktion begriffenen, zwischen der Plakode mandibul. selbst und der Plakode der Linse gelegenen Plakoden der epibranchialen Reihe zuzuschreiben.

Wenn wir das G. R. maxill. Nervi trigem. als eine Wucherung der Basis des R. pretrematicus Ganglii mandib. oder als mit letz-

terem zusammengeflossenes vorderes epibranchiales G. ansehen, so entsteht natürlich die Frage, welcher Teil des G. trigem. das dorsale Element des einen, oder sogar beider Kiefersegmente dieses Nerven vorstellt. Um diese Frage zu beantworten, wollen wir die Zweige des G. opht. bei Reptilien näher betrachten. Wir haben oben gesehen, dass bei allen Reptilien als Regel drei Zweige von diesem Nerv ausgehen: zwei Rami opht. superf. (von denen der eine der Haupt- und der andere der accessorische Stamm ist), und ein R. opht. profun. So viel ich weiss, ist in der Litteratur ein derartiges Bild noch nie angeführt worden, und alle bis heute untersuchten Formen, selbst bei maximal entwickelter Tätigkeit der Schleimkanäle, als dessen Nerv der R. opht. superf. auftritt, besassen nur einen R. opht. superf. N. trigemini in Gestalt des R. opht. minor. Von grosser Wichtigkeit ist die umständliche Untersuchung von Dohrn über den Trigeminus der Selachier; da der Autor besonders bestrebt ist, die Polymerisation dieser Gruppe hervorzuheben und die gegenseitigen Beziehungen derselben zu dem Trochlearis studiert, so finden wir in seiner Schrift ein erschöpfendes Tatsachenmaterial, welches uns vollen Grund gibt, auf das bestimmteste das gänzliche Fehlen bei Selachiern irgend eines Anzeichens eines Zweiges Nervi trigemini, welcher dem Hauptzweige Rami opht. superf. gleichgestellt werden könnte, zu konstatieren. Das Fehlen jeglicher Spur dieses Zweiges bei einer Form, welche maximal entwickelte Schleimkanäle aufweist, dabei aber auf einer recht niederen Stufe der Phylogenese von Wirbeltieren steht, lässt uns den sonderbaren und widersprechenden Schluss ziehen, dass ein spezifischer, die Schleimkanäle innervierender Zweig sich bei solchen Formen entwickelt, bei denen dieselben reduziert sind. Dieser Widerspruch wird noch besonders dadurch geschärft, dass die den Reptilien nächste Gruppe von Wirbeltieren, bei welcher die Schleimkanäle in dem Vorderkopfe stets erhalten bleiben, nämlich die der Amphibien, niemals auch nur das leiseste Anzeichen eines Hauptstammes R. opht. superf. Nervi trigemini aufweist. Weder die betreffende Litteratur, noch meine eigenen sorgfältigen Untersuchungen konnten mir dazu verhelfen, bei denselben das Vorhandensein irgend eines, dem Hauptstamme Rami opht. superf. der Reptilien ähnlichen Zweiges festzustellen. Die Schleimkanäle werden auch hier wie bei den Selachiern, von dem Nervus ophtalmicus superfic. u. facialis

innerviert, und infolge der Reduktion dieser Schleimkanäle ist der N. opht. sogar von der Verbindung mit dem R. opht. minor u. trigemini befreit.

Dieser Umstand veranlasste mich auf die Frage einzugehen, ob bei Reptilien eine Umbildung des R. opht. superf. u. facial. in den Hauptstamm des R. opht. superf. N. trigemini der Reptilien möglich sei und ob das Ganglion desselben, welches noch dazu bei Amphibien eine Mittellage zwischen dem Facialis und dem Trigem. einnimmt, mit dem G. opht. Nervi trigem. zusammenfliessen könne.

Der Vergleich einerseits der gegenseitigen Beziehungen des Hauptstammes R. opht. superf. zu den Schleimkanälen und dem accessorischen Zweige desselben Nerven bei Reptilien, welcher hier stets mit dem Hauptstamme in einen Gesamtstamm zusammenfliesst, und, andererseits, der Beziehungen des Ram. opht. superf. Nervi facialis zu den Schleimkanälen und dem R. opht. minor Nervi trigemini bei Selachiern, welcher mit dem Trochlearis auch anastomosiert und mit dem Zweige Ram. opht major. in einen Gesamtstamm zusammenfliesst, brachte mich zu der Ueberzeugung, dass der Hauptstamm R. opht. superf. N. trigem. der Reptilien und der R. opht. major des Selachier homolog sind.

Es erscheint mir auch höchst wichtig, dass nach den Befunden von Dohrn das G. R. opht. prof. bei Selachiern sehr wenig entwickelt ist, und das G. mesocephal. dem G. des Segments N. oculom. oder dem G. mesoceph. der Natter vollkommen entspricht, woraus sich schliessen lässt, dass das G. R. opht. der Reptilien und demzufolge auch aller höheren Wirbeltiere, hauptsächlich dem G. R. opht. superf. N. facial. seinen Ursprung verdankt, und dass letzteres eigentlich die Lage und die Masse des G. opht. bei höheren Wirbeltieren bestimmt.

Wenn wir folgende von Dohrns [1]) Abbildungen betrachten: 4—9 und 1—12 Taf. 19; 5a, 6a, 8 Taf. 202; 5 Taf. 21, so sehen wir erstens, dass der R. opht. major and der R. opht. minor der Selachier topographisch stets sehr genau eines dem andern entsprechen und parallel verlaufen; wie bekannt, fliessen sie später bei Erwachsenen zusammen. Ueberhaupt tritt der R. opht. superf. nie in direkte Verbindung mit dem Trochlearis. Der R. opht. u. facial.

---

[1]) Dohrn. Studien und s. W. 25.

und der R. opht. minor bilden, im Gegenteil, mit dem Trochlearis ein Anastomosennetz, welches dem oben bei der Natter beschriebenen völlig gleich kommt.

Der R. opht. minor scheint bei Selachiern aus den Wurzeln des G. Gasseri (maxillo-mandib.) direkt auszugehen; ganz unabhängig von ersterem geht aus denselben Wurzeln auch der R. opht. prof. aus. Letzterer trägt an der Biegung das G. mesocephal., welches Dohrn, Neal, Balfour, van Wjhe als dem G. opht. höherer Wirbeltiere homolog betrachten möchten und welches, wie bei der Natter, Zweige nach der ektodermalen, zu einem Zweige ausgezogenen Plakode ausschickt.

Fig. 8. Taf. 19, Fig. 5a Tafel 20, Fig. 11 Taf. 29 von Dohrn sehen wir, dass diese Plakode zuletzt, bei der Wucherung des Auges, über der Orbite, gerade unterhalb des R. opht. min. zu liegen kommt; sie bildet eine mit dem R. opht. prof. manchmal verbundene und manchmal eine von demselben abgerissene gangliöse Masse.

Letzteres Stadium betrachtet Dohrn als das Reduktionsstadium dieser Plakode. Oben hatte ich schon Gelegenheit eine bestimmte, unter dem Ektoderm, an dem R. opht. superf. gelegene gangliöse Anhäufung zu erwähnen, welche bei der Natter auf Kosten der aus dem Ektoderm migrierenden Zellen sich bildet. Diese Anhäufung ist das konstante Element des Thalamicus und bildet bei Reptilien das G. ciliare 2. Da zwischen dem R. opht. prof. und dieser Anhäufung selbst bei vollstücktigem Fehlen des Thalamicus (Ascalabotus, Emys, Lacerta) oder bei voller Absonderung dieses Nerven von dem G. mesoceph. (Eutaenia) dennoch ein Anastomosezweig vorhanden ist, so kann als festgestellt gelten, dass die Verbindung des Thalam. mit dieser Plakode bei der Natter meistenteils einen secundären Ursprung haben muss, wogegen die Verbindung dieses Plakodeganglions mit dem R. opht. prof. als hauptsächliche und primäre anzusehen ist.

Wenn wir die Lage der Plakode des Ganglion mesoceph. bei den Selachiern mit der Lage derselben bei Reptilien vergleichen, so finden wir, dass bei den ersteren der R. opht. prof. unterhalb dieser Plakode zwischen derselben und dem Oculomot. verläuft, wogegen bei Reptilien die Plakode sich zwischen Oculomotorius und dem R. opht. prof. befindet. Es scheint mir jedoch, dass in diesem Fall dem topographischen Unterschiede keine besondere Bedeutung

zukommt, und dass demselben höchstens die starke Reduktion dieses accessorischen G. bei Selachiern und die Bildung auf Kosten des letzteren eines zweiten G. ciliare bei Reptilien zugeschrieben werden kann.

So können wir denn das G. mesoceph. der Selachier mit dem ersten accessorischen G. Rami opht. der Reptilien (oder mit andern Worten mit dem G. mesoceph. Segm. N. oculomot.) vollständig homologisieren. Das Lageverhältnis dieser beiden Ganglien zu der Orbite, die primäre Anastomose mit dem Oculomot. und mit der accessorischen Plakode sind lauter Umstände, welche uns das volle Recht geben eine vollkommene Homologie dieser Ganglien festzustellen und das accessorische G. Rami opht. prof. der Reptilien als das G. R. opht. der Selachier anzusehen.

Es erweist sich daraus, dass das G. R. opht. der Reptilien und dasjenige der Selachier als nicht homologe Gebilden angesehen werden müssen; bei den Reptilien bildet sich dieses G. auf Kosten des Anschliessens einer neuen accessorischen Ganglienmasse an die Gruppe des Trigeminus, nämlich der des G. N. ophtalm. superf. N. facial., welche hrer Lage nach der des G. opht. der Reptilien genau entspricht und einen scharf ausgeprägten Hauptstamm R. opht. N. trigem. besitzt, wie z. B. bei der Natter.

Der Umstand, dass bei diesen Formen von dem G. opht. zwei abgesonderte R. opht. superf. ausgehen und nach der Anastomose des accessorischen Zweiges N. opht. superf. mit dem Trochlearis in einen Gesamtstamm zasammenfliessen gibt einen bestimmten Nachweis dafür, dass bei Reptilien schon in diesem Stadium eine verborgene Zerteilung der Gesamtmasse des G. opht. in zwei Abschnitte vorhanden ist, von denen jeder den Charakter des von ihm ausgehenden Zweiges bestimmt. Nicht weniger genau unterscheiden sich die Massen dieser Zweige bei den Selachiern, wo sie deutlich geschieden erscheinen und ein jeder derselben alle Eigentümlichkeiten aufweist, welche Dohrn für diese Tiergruppe angibt. So können wir denn sagen, dass gleich dem, wie wir die Kerne des Rückenmarks nach den von denselben ausgehenden Stämmen der motorischen Nerven bestimmen, deren Anzahl uns erlaubt die Zahl der segmentalen motorischen Kerne eines gegebenen Distrikts festzustellen, und gleich dem, wie wir nach dem R. posttrematicus N. vagi bei Vögeln die Zahl der bei erstem Blick ganz in eins verflossen

erscheinenden epibranchialen Ganglien bestimmen können, wir auch nach den Stämmen des G. opht. der Reptilien die Bestandteile des G. ophtalm. erkennen und nach der Beschaffenheit dieser Stämme die Genese der Komponenten des Ganglions nachweissen können.

Es kann die Frage gestellt werden, wo hier denn eigentlich das G. des Hauptstammes R. opht. superf. N. trig., welches an dem R. opht. superf. N. facialis fehlt, seinen Ursprung findet. Es muss dabei vor Allem die Reduktion der Schleimkanäle ins Gedächtnis zurückgerufen werden, oder, mit andern Worten, die Reduktion der den Plakoden der lateralen Reihe homologen Plakoden; da dieselben, wie wir wissen, an der Ausbildung der Rückenmarksganglien beteiligt sind, so ist es ganz natürlich, dass bei Reptilien die Rudimente dieser Kanäle als gangliöse Anlagemassen erhalten bleiben, ähnlich dem, was wir bei allen Wirbeltieren in der epibranchialen Gegend treffen.

Der Umstand, dass diese gangliösen Klumpen den Hauptstamm R. opht. superf. bei Reptilien begleiten, bildet, meiner Ansicht nach, einen schlagenden Reweis dafür, dass dieser Stamm dem bei Selachiern die Schleimkanäle innervierenden Hauptstamm nämlich dem R. opht. superf. N. facial. homolog ist.

Ähnlich wie die Plakode G. mesoceph. bei Reptilien als Ganglion des oberen Abschnitts N. thalamici erhalten bleibt, dessen Ursprung aus der Plakode nicht nachgewiesen werden kann, ober in Betracht der Lage des G. unter dem Ektoderm als sehr wahrscheinlich gelten muss, bestehen auch die Plakoden der Schleimkanäle in Gestalt von unbestimmten Ganglien des Hauptzweiges R. opht. superf., welche bei ihrer Anlage eine ausgedehnte Form haben; diese letztere zeugt sehr bestimmt von ihrem Ursprunge aus den orbitalen Schleimkanälen.

Wenden wir uns nun wieder dem Segmente der Kieferganglien zu, so haben wir allen Grund das G. des Hauptstammes R. opht. superf. (oder mit andern Worten das G. R. opht. superf. N. facial.) als dorsales Ganglion des Kiefersegments anzusehen. Alle dabei vorkommenden Verhältnisse, wie die Mittellage dieses G. bei Amphibien zwischen dem Trigem. und dem Facial., der Zusammenhang des stark ausgebildeten Hauptstammes der Natter mit der Erhaltung der Wurzeln des Abducens an dem Segmente N. mandibularis bei Reptilien und, endlich, die Ausbildung des R. opht. superf. N. trigemini aus Leisten, welche den N. facialis mit den Kiefergan-

glien verbinden, wobei diese Ausbildung ein von dem Facialis unabhängiges Auftreten eines gangliösen Zentrums hervorruft, — dieses Alles berechtigt uns den Teil des G. opht. der Reptilien, welchem der R. opht. superf. seinen Ursprung verdankt und das ihm homologe G. R. opht. N. facial. als ein dorsales Ganglion des Kiefergangliensegments zu betrachten.

Es scheint mir, dass diese sonderbare Uebertragung des innervierenden Punkts eines Ganglions von den Wurzeln des Trigem. auf diejenigen des Facialis erklärt werden kann. In der Gegend des Nackens sehen wir bei zunehmender Tätigkeit der lateralen Reihe eine Wucherung des G. dieses Nerven auf Kosten der nächstligenden G. des Nackengebiets und die Uebertragung der Wurzeln dieser letzteren auf das Segment des Vagus und später auch des Facialis, welches für die laterale Reihe die Bedeutung eines primitiven Zentralrecipienten der Erregungen dieses Organs hat. Die zunehmende Tätigkeit verursacht hier die Vereinigung einer ganzen Reihenfolge von Zentren und die Besitznahme der Nachbarsegmente, deren Kerne in einen Gesamtrecipienten dieses Nervens verschmelzen. Mit einer ähnlichen Ercheinung haben wir es auch hier zu tun. Die primitiv unabhängigen epibranchialen G., von denen ein jedes selbständig die entsprechenden segmentalen Zentre des Nervensystems innerviert, fliessen in ein Gesamtganglion des N. vagus, welches mit dem zentralen Nervensystem nur durch einen polymeren Gesammtstamm verbunden wird, zusammen. Die Verbindungen einzelner epibranchialer Ganglien, die wir bei den Selachiern als selbstständige einzelne epibranchiale Bündel welche einzelne epibranchiale Ganglien mit dem zentralen Nervensystem vorfinden, fliessen zusammen und werden auf das Segment des ersten epibranchialen G. n. vagi übertragen.

Bekanntlich wurde der Vagus auf Grund dieses Befundes als monomerer Kopfnerv gedeutet. Erst durch die Untersuchung solcher Formen, wie die Neunaugen (Kupfer, Koltzoff) und ein näheres, aufmerksames Studium der Selachier, welche mehrfache Bindewurzeln aufweisen, wurde es möglich diese verworrene Frage endgültig aufzuklären und die Polymerie dieses Nerven festzustellen. Es war aber dabei ein höchst wichtiger Nebenbefund vorhanden: die Kiemenspalten und die entsprechenden R. pre- und posttrematic. der einzelnen Bestandteile des Vagus bei Formen mit vollständiger

erhaltenen Kiemenspalten, und die epibranchialen Plakoden bei solchen mit reduciertem Kiemenapparat. Nichts dergleichen finden wir bei der Untersuchung des R. opht. superf. Das totale Fehlen secundärer morphologischer Kennzeichen nötigt uns die relative Lage der Zweige des R. opht. superf. bei Reptilien und Selachiern und deren gegenseitige Beziehungen zueinander und zu den nächstliegenden Nervenkomponenten als einzige Grundlage unserer Folgerungen zu gebrauchen.

In Analogie mit der Bedeutung des Segments des ersten Ganglion N. vagi für die laterale Reihe steht bei wasserlebenden Vertebraten für den Vorderkopf die Bedeutung des Segments N. facial., als zentralen Rezipienten der Erregungen der Schleimsinnesorgane. In offenbar logischem Zusammenhange mit ebengesagtem befindet sich eine unvermeidliche Zentralisation in diesem Segmente derjenigen Nerven, welche die Erregungen dieser Sinnesorgane empfangen und folglich auch die Uebertragung auf dieses Segment der Wurzeln ihres Hauptkollektors, des Hauptstammes R. opht. superf. N. trigem. der Reptilien, oder der R. opht. superf. N. facial. der Selachier. Einen ähnlichen Vorgang finden wir auch an den Kieferzweigen des Trigeminus bei der Ausbildung des R. buccalis N. facialis, welcher seiner Bildung und seiner Lage nach als ein ebensolcher, abgesonderter, specialisirter sensorischer Teil des R. maxill. N. trigemini betrachtet werden kann.

Auf Grund obenangeführter Betrachtungen schliesse ich auf folgende Bestandteile des hinteren Segments Nervi trigemini:

Motorkern (Abb. 27). Kerne der ersten Wurzelgruppe des Abducens, welche bei Tropidonotus erhalten bleiben und von Kupfer, Neal, Hatschek für Neunaugen angegeben wurden. Die dorsale secundäre Zerteilung dieser Kerne bleibt in Form von Kernen des Portio motoris N. trig. erhalten.

Dorsales Ganglion (Plakode). Teil des G. R. opht. der Reptilien, welcher dem Hauptstamme R. opht. superf. den Ursprung gibt und bei Tropidonotus mit dem Abducens anastomosiert und das ihm homologe Ganglion R. opht. superf. N. facial major der aquatischen Vertebraten (Sch. 27—31 os gs).

Epibranchiales Ganglion (Plakode). Kieferganglion des Trigem. tritt, wie oben bereits gesagt, vielleicht als polymeres Gebilde auf.

Das Segment des Trigeminus, welches nach vorwärts liegt (V.

Abb. 27—31) unterscheidet sich viel leichter. Die charakteristische Ausbildung anastomosierender Netze swischen dem accessorischen Zweige R. opht. superf. der Reptilien und dem Trochlearis, welche sehr oft durch Austeilung von gangliösen, entweder mit dem Trochl., oder mit dem access. Zweige Rami opht. superf. verbundenen Knoten begleitet wird, gestattet es den Teil des G. opht., welchen bei Reptilien und Selachiern die Bildung des R. opht. minor oder des access. Zweiges R. opht. superf. umfasst, als ein dorsales Ganglion des Segments Nerv. trochl. zu unterscheiden. Ich finde gar keinen Grund dieses Segment als ein polymeres Gebilde anzusehen, da das Zerstreuen der Fasern des Trochl. und des R. opht. minor nur als Folge mechanischer Wachstumsverhältnisse dieser Nerven gelten kann. So können wir denn das zweite Segment unterscheiden als:

Motorkerne. Kerne des Trochlearis.

Dorsales Ganglion (Plakode). Teil des G. R. opht. von welchem der access. Zweig R. opht. superf. der Reptilien ausgeht und der an den Wurzeln liegende Teil des G. maxillo-mandibularis der Selachier, von welchem der R. opht. min. ausgeht. Als selbständige Reste dieses G. kommen verstreute Knoten von ganglienartigem Charakter vor, welche längs dem Trochlearisnetze liegen und von Hoffmann, Froriep und Dohrn unter dem Namen G. trochlear. unterschieden werden (27—31 oil g. tr.)

Epibranchiale Ganglien (Plakoden). Es ist höchst wahrscheinlich, dass das G. maxillaris als epibranchiales Ganglion dieses Segments auftritt.

Das dritte Segment des Trigeminus (IV. Abb. 27—31) tritt eigentlich als Segment des R. opht. prof. auf, an welchem sein dorsales Ganglion in Form eines abgesonderten Knotens G. mesoceph. liegt; bei Selachiern und einigen Reptilien (Tropidonotus, Emys, Lacerta) ist es stets durch primäre Anastomosen mit dem Oculomotorius verbunden und gibt dessen G. ciliare den Ursprung. Die charakteristischen Kennzeichen dieses Ganglions sind: seine Lage an der Biegung des R. opht. prof., dicht an dem Eintrittspunkte in die Orbite, wo es als G.-anschwellung, oder als gesamte Ganglionisierung der proximalen Strecke Rami opht. prof. auftritt, je nach dem, in welchem Grade es als selbständige, von dem Gesamtganglion opht. abgesonderte Einheit erhalten bleibt. Ferner ist noch die Verbindung dieses Ganglions mit dem Thalamicus, oder mit der

Plakode G. mesoceph. von Dohrn charakteristisch. Die Homologie dieser Gebilde hatte ich schon Gelegenheit oben zu erwähnen und werde darauf noch später, bei Darstellung des folgenden Segments zurückkommen. Der wichtigste Punkt, endlich, ist seine Verbindung mit dem Oculomot. durch eine primäre Anastomose und die Bildung, auf Kosten seiner Zellen, des G. ciliare. Die Identität des acces. G. R. opht. prof. der Reptilien und des G. mesocephal. der Selachier, welche aus allen obenangeführten Befunden hervorleuchtet, berechtigt mich diese Gebilde als zweifellos homologe zu betrachten.

Das dritte Segment besteht demzufolge aus:

Motorkerne. Kerne des Oculomotorius.

Dorsalen Ganglien (*Plakoden*). Das accessorische G. R. opht. prof. der Reptilien, oder mit andern Worten das G. mesocephal. der Selachier und sein Derivat, das G. ciliare (27—31 op. gm.).

Epibranchialen Ganglien (Plakoden). Die epibranchialen G. dieses Segments sind wahrscheinlich mit dem G. Gasseri verschmolzen.

Das letzte Segment des N. trigem. (III 27—31) ist das Segment des Thalamicus. Bei den Selachiern ist dieser Nerv nur durch eine unbestimmte Zellkette von G.-leisten vertreten (der Nerv von miss Platt), bei Reptilien aber kann schon von einer selbständigen morphologischen Einheit die Rede sein; ihr Zentrum wird durch das obere G. N. thalam. vorgestellt, und als peripherisches Sinnesorgan tritt die Plakoda mesocephal. auf, wenn wir als ursprüngliches Bild die Beziehungen dieser Ganglien zu einander bei Tropidonotus annehmen. Das Verschmelzen des G. N. thalam. mit dem G. mesoceph. bei der Natter beweist, dass wir es hier mit einem rudimentären Reste eines, das G. opht. formierenden Elements zu tun haben. Finden wir auch meistenteils nicht das vollständige Bild einer Assimilisation, so können wir doch mit vollem Recht behaupten, dass sie hier besteht, ober teilweise infolge der starken Entwickelung der Epiphysen und teilweise infolge der frühen und rasch verlaufenden Konzentrierung des G. opht. verborgen bleibt. Die ausserordentlich günstigen Verhaltnisse, bei denen die Ausbildung des G. ophtalm. bei der Natter verläuft, wo die Epiphysen beinahe gänzlich ausfallen und die Konzentrierung der G.-leistenzellen zum Ganglion sehr langsam und spät vor sich geht, bilden eine Ausnahme, welche diesem Nerv gestattet uns ein vollständiges und klares Bild

der allmälichen Gruppierung der Verzweigungen des G. opht. vor Augen zu legen.

Ausserordentlich wichtig ist die Bildung einer zweiten Anastomose zwischen dem R. opht. prof. und dem Oculom. auf Kosten des Thalamicus.

Dieser Befund gestattet es, wie ich meine, die Anteilnahme der motorischen Kerne des Segments N. thalamici an der Bildung der Kerne des Oculomotorius festzustellen, welche Meinung ich bereits früher, bei der Untersuchung der Entwickelung des peripheren Nervensystems bei Vögeln, auszusprechen Gelegenheit hatte.

Das vierte Segment des Trigeminus kann also aus folgenden Komponenten bestehen (III 27—31);

Motorkerne. Sie sind an der Bildung der Kerne des Oculomotorius beteiligt.

Dorsale Ganglien (Plakoden). Sie bilden das rudimentäre G. thalam., welches mit der ektodermalen Plakode (Placoda mesocephalica) verschmelzend, das G. ciliare 2 bildet.

Epibranchiale Ganglien (Plakoden). Als epibranch. Plakode dieses Segments kann vielleicht die Plakode des unteren Abschnitts des Thalam. (Placoda mesocephalica) gelten, wie es Froriep annehmen möchte. Nach seiner Meinung würde dieselbe als Plakode der geschwundenen Kiemenspalte anzusehen sein, welche zwischen der Maxille und dem Vorderkopfe lag. Die Plakode der Kieferganglien lässt Froriep ganz beiseite.

So käme denn diese Plakode dicht vor der maxillo-mandibularen Plakode zu liegen, welche demzufolge als Plakode intermaxillo-mandibulare auftreten müsste. Ich finde es wahrscheinlicher, dass, wenn die Plac. mesoceph. auch als epibranchiale Placode auftritt, sie dennoch in der Reihe der vorderen unbestimmten Placoden liegt, wie z. B. die Linse der Geruchsgrübchen, welche keiner Art von Sinnesorganen bestimmt zugerechnet werden können.

Demzufolge zerfällt denn der Trigeminus in vier deutlich unterscheidbare Segmente. Bei Tropidonotus, Eutaenia, Emys sind sie mit erstaunlicher Vollständigkeit ausgeprägt, bei andern Formen fliessen sie allmälich immer mehr und mehr in ein gesamtes Ganglion oph. zusammen (Vögel, Saügetiere stehen auf der höchsten Stufe), welches endlich gar nicht mehr zergliedert werden kann. Bei den meisten luftathmenden Wirbeltieren sehen wir das G. opht.

in der Zahl dieser vier Ganglien; nur bei Amphibien wird es, wenigstens im Laufe der Ontogenese, auf Kosten von drei G. gebildet und von dem vierten derselben, dem G. opht. major des Facialissegments innerviert. Bei Erwachsenen jedoch fliessen die G. N. fac. und trigem. zu einer Gesamtmasse, dem G. prooticum zusammen, welches den Uebergang zu der Befestigung des G. R. opht. major auf dem Segm. N. trigem. bildet. Dieselbe Erscheinung finden wir auch bei Reptilien mit dem Unterschiede, dass das G. R. opht. major eine primäre Verbindung mit dem Trig. aufweist und das G. prooticum als Uebergang zu der Uebertragung des G. R. opht. major auf das Segm. N. facial. gelten kann. Bei allen wasserlebenden Wirbeltieren finden wir das G. R. opht. major auf diesem Segm., wo es stets in Begleitung eines zweiten von dem Trig. abgespalteten Gebilde erscheint, nämlich des G. R. buccalis N. fac., welches den R. maxill. N. trig. stets als Doppelgänger begleitet. In allen diesen Fällen sind die Schleimkanäle in voller Tätigkeit, und die Eindrücke derselben werden in ein und demselben Segment konzentriert, dem Segm. N. facial. Bei allen diesen Verschiebungen wird das G. R. opht. major, wie bereits erwähnt von dem G. R. buccalis begleitet.

Die Ontogenese dieser Nerven ist bei wasserlebenden Amphibien höchst lehrreich. Zuerst legt sich das G. R. opht. major in Form eines dem Kieferg. trigem. parallelen Ganglion (Typus des G. R. buccalis) an, und erst später konzentrirt sich dieses Gangl. nachoben zu einem G. R. opht. major. Dieser Uebergang legt uns das Bild der morphologischen Gemeinsamkeit dieser beiden G. ganz klar vor Augen, und wenn das G. R. bucc. eine Uebergangslage zwischen dem R. maxill. und dem Facial. einnimt, dem ersteren in genau paralleler Richtung nachfolgt und als Abspaltung des G. R. max. auftritt, so ist der R. opht. major eine ebensolche Abspaltung des R. opht. superf. trigem., welchem es sich parallel verzweigt. Mit besonderer Schärfe offenbart sich dabei ihre Angehörigkeit einem und demselben Segmente.

Es könnte mir entgegnet werden, dass wir es in dem Fall des R. max. und N. buccalis mit einer Zerspaltung des Gesamtstammes in zwei Nerven zu tun haben, in einen Haupt- und einen Parallelstamm, den einen von allgemeiner und den andern von spezieller Sensibilität, und dass demzufolge auch in dem Fall des R. opht. minor eine ebensolche Zerspaltung des Gesamtstammes

zu erwarten ist, weshalb wir den R. opht. major und den Opht. minor als zwei Abteilungen eines gesamten Stammes betrachten müssen. Jedoch muss stets im Gedächtnis behalten werden, dass wir es im Fall R. maxil. mit einem Nervenstamme von kompliziertem morphologischem Charakter, einem Derivat der epibranch. und der dorsal. Plakoden zu tun haben. Im Fall des G. R. opht. major handelt es sich dagegen um eine einfache Grösse, um ein Derivat der dorsalen Plakode allein, weshalb eine Bildung von zwei parallelen Stämmen mit Spezialisierung eines Stammteils, wie es bei R. maxill. und N. buccalis geschieht, keineswegs zu Stande kommen kann.

So fehlt uns denn aller Grund die Zweige des R. opht. major und des R. opht. minor als Spaltungsprodukte des Stammes eines und desselben Segments zu betrachten, und es müssen dieselben als Kennzeichen primärer segmentaler Komponenten des Trigeminus anerkannt werden.

TAFEL I.

Fig. 1—6. Tropidonotus natrix.

„ 1. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 3. Das G. opht. anastomosiert mit dem Abducens (tc) dem Oculomotorius (rc) und dem Trochlearis. Zwei unabhängige Stämme rami opht. superf., ein gangliöser (b V ros) und ein mit dem Trochl. anastomosierende (a V ros). Der Thalamicus (gth) kreuzt den R. opht. prof. (V rop.) an dem Ganglion mesocephalicum (gm).

„ 2. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 5,5. Die Rami ophtal. superficiales sind zu einem Gesamtstamm vereinigt (V ros). An dem Trochlearis ist ein kleines Ganglion trochleare (V g. lr) zu sehen. Der Thalamicus ist an dem G. mesocephal. (V gm) konzentriert.

„ 3. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 4,2. Der distale Stamm des Kollektors des n. trochlearis (IV) ist differenziert. Der obere Abschnitt des Thalamicus ist verschwunden.

„ 4. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 4,6. Der Kollektorstamm des Trochl. überwältigt die anastomosierenden Zweige. Reste des Thalamicus.

„ 5. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 5,3. Der Trochlearis sondert sich allmälich von dem R. opht. n. trigem. ab.

„ 6. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 7. Das Ganglion mesoceph. besteht an dem Ramus opht. prof. An dem Trochlearis bleiben Reste des früheren Netzes, welche in der Ebene der Kreuzung desselben mit dem R. opht. superf. liegen.

Fig. 7—9. Eutaenia radix.

„ 7. Die Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 3. Das Vorhandensein von Nervenstämmen, welche dem Gang. opht. parallel verlaufen und mit dem Trochlearis anastomosieren (V tr) gestattet das Bild der Genese des G. opht. von dem allmälichen Einschluss der Plakode des Segments n. trochl. an, darzustellen. An dem Oculomot. ist das Rudiment des proximalen Ganglions von Bernhardt Gast mit einem nach dem Mesencephalon gerichteten Zweige vorhanden. Der N. thalamicus als freies rudimentäres Ganglion. Das G. mesocephal. als grosser Gangl. an dem R. opht. prof., welcher mit dem Oculomot. anastomosiert (ri). An dieser Anastomose ist das Rudiment des Gang. der Plakode mesoceph. zu sehen. Der Abducens anastomosiert mit dem N. ocul. Beide Rami opht. superf. sind vorhanden und der accessorische anastomosiert mit dem Trochlear.

„ 8—9. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 5. Auf Abb. 8 sind von einer Seite beide R. opht. sup. verschmolzen, an der andern bleiben sie unabhängig. Charakteristisch ist die starke Ausbildung des abgesonderten G. trochl., welches an der Stelle der Anastomose des R. opht. sup. accessorius mit dem Trochlearis sich befindet. Das G. mesoceph. ist in ein G. ciliare umgebildet.

Fig. 10—16. Emys lutaria.

„ 10. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 2. Das abgesonderte G. oculom. anastomosiert mit dem N. oculomot. (rc) und Anlagen des Ramus der Schleimkanäle (V gros) und starke Entwickelung des R. opht. accessorius.

„ 11. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 2. Minimale Entwickelung der accessorischen Ganglien in einem frühen Stadium bei Emys.

„ 12. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 2,6. Rudiment des Hauptzweiges R. opht. superf. (x) mit dessen Ganglion Vorhandensein von zwei G. ciliares (g cil 1, V pm I).

„ 13. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 3. Beziehung des N. trochlearis zu dem G. opht. Verschmelzen der Hauptstammes R. opht. superf. mit dem accessorischen.

„ 14. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 4. Starke Entwickelung der accessorischen Ganglien.

„ 15. Gruppe des Trigem. bei einem Embryo F. P. 4,5. Schwache Entwickelung der accessorischen Ganglien.

„ 16. Gruppe des Trigem. bei einem beinahe erwachsenen Embryo F. P. 5,3.

Fig. 17. Chelydra serpentina.

„ 17. Gruppe des Trigem. bei einem Embryo der Chelydra serpentina F. P. 4. Anastomosen des N. trochlearis mit dem R. opht. superf.

Fig. 18—21. Lacerta vivipara.

„ 18. Gruppe des Trigem. bei einem Embryo F. P. 1,5. Schwache Entwickelung des R. opht. superf. accessorius und starke Entwickelung der Schleimkanäle und des Ramus opht. major.

Fig. 19. Gruppe des Trigem. bei einem Embryo F. P. 2.
„ 20. Gruppe des Trigem. bei einem Embryo F. P. 3.
„ 21. Gruppe des Trigem. bei einem beinahe erwachsenen Embryo F. P. 4.

Fig. 22—24. Ascalabotes fascicularis.
„ 22. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 2. Starke Entwickelung des Ram. opht. minor und schwache Entwickelung der Schleimkanäle und des Ram. opht. major.
„ 23. Gruppe des Trigeminus F. P. 3. Allmäliches Vorherrschen des R. opht. major im Vergleich zu dem R. opht. minor Anastomosen des Trochl. mit dem G. opht.
„ 24. Gruppe des Trigem. bei einem beinahe erwachsenen Embryo. F. P. 4,5. Definitive Reduktion des R. opht. min.

Fig. 25—26. Alligator. Spec.?
„ 25. Gruppe des Trigeminus bei einem Embryo F. P. 8.
„ 26. Gruppierung der G.-leisten zu Anlagen des G. n. trig. bei Lacerta F. P. 0,9.

Fig. 27—31. Schemata.
„ 27. Darstellung der primitiven Gruppierung der vier dorsalen Ganglien-segmente III, IV, V und VI vor ihrem Verschmelzen zu dem G. opht. und ihrer gegenseitigen Beziehungen zu den Motornerven.
„ 28. Gegenseitige Beziehungen dieser vier Ganglien bei Selachiern mit Uebertragung des Ganglions von dem Segmente VI auf das Segment VII und Bildung auf seine Kosten des R. opht. superf. major.
„ 29. Gegenseitige Beziehungen dieser vier Ganglien bei Tropidonotus, Eutaenia Alligator (wahrscheinlich) und die in einen Stamm zusammenfliessenden R. opht. major und R. opht. min. äquivalenten: Ram. opht. sup. und zwei G. ciliares, welche (bei Eutaenia) zusammenfliessen (bei Alligator), abgesondert sind und (bei Tropidonotus) unentwickelt bleiben.
„ 30. Gegenseitige Beziehungen dieser vier Ganglien bei Emys, Chelydra mit schwach entwickeltem R. opht. major und stark entwickeltem R. opht. minor und zweien G. ciliare (Emys).
„ 31. Gegenseitige Beziehungen dieser vier Ganglien bei Lacerta, Ascalabotes mit stark entwickeltem R. opht. major und schwach entwickeltem R. opht. minor.

II . . . N. opticus.
III G. cil. / III m + g. } ganglion cilare.
III . . . . N. oculomotorius.
IV . . . . N. trochlearis.
V ac. / V a. ros. } Der accessorische R. opht. superficialis und seine. Anastomose mit dem Trochlearis.
V g. cil.—G. ciliare.
V g. m.—G. mesocephalicum.
V g. o.—G. ophtalmicum.

V g. oc.—G. oculomotor. (G. mesocephalicum).

V g. ro.—G. ophtalmicum.

V g. ros.—G. der Placode der Schleimkanäle an dem Hauptstamme R. opht. superf.

V g. th.—G. n. thalamici.

V g. tr.—G. trochleare.

V n. th.—Zweig des R. opht. prof. zu der Plakode mesocephalica.

V pm.—Portio motoris n. trigemini.

V pmt.—Placoda mesocephalica.

V rm.—Ramus mandibularis nervi trigemini.

V rop.—Ramus ophtal. profundus.

V ros.—Ramus ophtal. superficialis (Gesammter Stamm)

V ros. ac.—Ramus ophtalmicus superf. accessorius nervi trigemini.

V ros—Hauptstrang des Ramus ophtalmicus superf. n. trigem. (r. opht. major).

V ros., 1 } Zweig des R. opht. superf. n. trigemini.
V ros., 2 }

V rx.—Ramus mandibularis nervi trigemeni.

V tr.—Accessorische parallele Zweige des R. opht. welche mit dem trochlearis anastomosieren (R. opht. minor).

VI . . . . N. abducens.

VII rp. . . . Ramus palatinus u. facialis.

ac.—Anastomosen des R. opht. superf. accessorius mit dem Trochlear.

at.—Anastomosen des Trochlearis mit dem G. ophtalmicum.

g. ab.—Knoten von gangliösen Charakter an dem Abducens.

1 gc.—Proximalganglion n. oculomotorii.

gc. 1 } Ersten.
gc. 2 } und zweiten G. ciliare (Schemata).

g. al. 1 } Ersten.
g. cil. 2 } und zweiten G. ciliare (Rekonstruktion).

g. m.—G. mesocephalicum (Seg.).

g. md.—G. mandibulare.

g. mx.—G. maxillare.

g. s.—G. ophtalmicum superf. (n. facial. Hauptst. des trigiminus. Seg. 1. ab. VI r. major.

g. tr.—G. trochleare (seg. n. trochl. V).

n. a.—N. abducens.

n. cl.—Nervi ciliares.

n. m.—Anlage des Ganglions maxillo-mandibulare.

n. o.—N. oculomotorius proximaler Teil.

n. o. 1 „ „ primus.

n. o. 2 „ „ secundus.

n. oc.—N. oculomotorius distaler Teil.

noth.—N. thalamicus auf den Schemata.

n. tl.—Zweig des R. opht. prof. nach der Placode mesocephalica.

n. tr.—N. trochlearis.
op.—Ramus ophtalmicus profundus.
os.—Ramus ophtalmicus major (Hauptstamm).
ost.—Ramus ophtalmicus minor.
pc.—Placode der Schleimkanäle und Ganglion derselben.
pt.—Placoda mesocephalica.
pth.—Streifen der Ganglienleisten der Einschnürung des Thalamencephalon.
ptr.—Streifen der Ganglienleisten der Einschnürung des Isthmus.
re.—Primäre Anastomose des G. mesocephalicum mit dem Oculomotorius.
ros.—Gesamtstamm des R. opht. superf.
tc.—Anastomose des Abducens mit dem G. ophtalmicum.
v.—Zentripetale Stämme des G. oculomotor. (mesocephalicum).
w.—Zentrifugale Stämme des G. oculomotor. (mesocephalicum).
x.—Zweige des Hauptstammes R. opht. superficialis.
Schemata 27—31.
III—Pinealsegment.
IV—Segment des N. oculomotorius.
V—Segment des N. trochlearis.
VI „ des N. abducens 1.
VII „ „ „ 2.

Ueber erdmagnetische Ablenkungsbeobachtungen.

Von

Prof. Dr. Ernst Leyst

in Moscau.

Seit dem Erscheinen des klassischen Werkes von C. F. Gauss „Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata“ im Jahre 1832 werden absolute Messungen der Intensität des Geomagnetismus ausgeführt und gegenwärtig, wo die Intensität und ihre Componenten nach den Variations-Beobachtungen in den Mittelwerthen bis auf 0,00001 mg. $^1/_2$ mm.$^{-1/2}$ sec.$^{-1}$ oder 0,1 γ publiciert werden, sind wir von dieser Genauigkeit in den absoluten Messungen noch sehr weit entfernt. Ein geübter Beobachter führt seine Bestimmungen der Horizontal-Intensität bis auf $\pm$ 0,2 γ aus, doch ein anderer Beobachter, nicht minder geübter, beobachtet mit demselben Instrument auch wieder mit einer Sicherheit von $\pm$ 0,2 γ, doch die Resultate beider gehen um mehr auseinander. Auch ein und derselbe Beobachter braucht nur das Instrument von Neuem aufzustellen oder nur einen andern Magneten von möglichst gleicher Grösse und Form zu benutzen, so wird er wieder mit einer Genauigkeit von $\pm$ 0,2 γ beobachten, aber der absolute Werth wird bis auf $\pm$ 0,2 γ nicht derselbe sein. Beobachtet derselbe geübte Beobachter mit einem andern Instrument oder gar nach einer andern Methode, so steigen diese Abweichungen der Resultate nach verschiedenen Instrumenten und Methoden ganz unglaublich. In den Jahren 1883 bis 1894 hatte ich Gelegenheit mit sehr verschiedenen Instrumenten absolute Bestimmungen der Horizontal-Intensität auszuführen

und habe sehr grosse Unterschiede gefunden, Unterschiede die das 600 fache der anzustrebenden Genauigkeit von 0,1 γ überschritten. Auch anderweitig hat man dieselben Erfahrungen gemacht. Prof J. Liznar verglich den in Wien zu absoluten Messungen benutzten Theodoliten mit einem englischen, der in Kew verglichen worden war, und fand in den Angaben beider Instrumente einen Unterschied von 0,00520 Gauss'schen Einheiten. Das wäre also der Unterschied zwischen oesterreichischen und englischen Intensitäts-Bestimmungen. (Siehe Meteorologische Zeitschrift, Band 17, Jahrgang 1882, Seite 23.) In Pawlowsk habe ich in den Jahren 1884 bis 1887 nach Methoden von Gauss, Lamont und Wild systematische Untersuchungen ausgeführt, worüber Wild in den Einleitungen zu den Annalen des physikalischen Central-Observatoriums in den entsprechenden Jahrgängen Auszüge veröffentlicht hat. Bei diesen Beobachtungen gingen die Differenzen bis auf 0,00638 Gauss'sche Einheiten und trotz aller Aufmerksamkeit, Uebung und Sorgfalt bei den Beobachtungen blieben diese grossen Unterschiede nicht nur bestehen, sondern veränderten sich im Laufe der Zeit ohne merkbare Ursachen. Offenbar haben wir es in solchen Fällen mit Mängeln in den Beobachtungs-Methoden zu thun. Um zu erfahren, in welcher Richtung diese Mängel zu suchen sind, habe ich, nachdem ich sehr grosse Unterschiede nach der Wägungs-Methode mit Unifilar-Ablenkungen und der Lamontschen Methode gefunden hatte, die Wägung mit den Bifilar durch Schwingungs-Beobachtungen im Jahre 1886 ersetzt, ohne dass die grossen Differenzen in den Resultaten zum Schwinden zu bringen waren. Damit war constatiert worden, dass die Gauss'schen und Lamont'schen Methoden stark auseinandergehen und da die Ursache dessen nicht in den gemeinsamen Schwingungs-Beobachtungen liegen kann, so ist sie in den Ablenkungs-Beobachtungen nach der Gauss'schen und nach der Lamont'schen Methode zu suchen. Es erwies sich, dass die Theorie der Ablenkungs-Beobachtungen und die Einwirkung zweier Magnete aufeinander untersucht werden muss und erst nachdem ist auf instrumentelle Untersuchungen einzugehen. Ausserdem ist die Frage der Ablenkungs-Beobachtungen eine der allerwichtigsten in der erdmagnetischen Praxis, da wir ohne Ablenkungen keine Intensität absolut messen können und auch für die Variations-Instrumente sind sie von grosser Bedeutung. Trotz dieser wichtigen Bedeutung giebt es nur wenige Arbeiten auf diesem

Gebiet und von diesen wenigen sind mehr als die Hälfte von russischen Gelehrten verfasst.

Die ersten Entwickelungen der Formeln rühren von Gauss her, der sie in der Praxis nur auf zwei Glieder beschränkte und die höheren Glieder nicht angegeben hat. Ausfürhlich sind sie zuerst von Lamont behandelt worden, der auch die wichtigste Anwendung derselben in der seinen Namen führenden Methode der absoluten Messung gemacht hat, und seit Lamont benutzt die erdmagnetische Praxis fast ausschliesslich die Lamont'sche Methode, während die Gauss'sche hauptsächlich in Lehrbüchern der Physik vorkommt und in den physikalischen Laboratorien benutzt wird.

Lamont hat die Ablenkungen der Magnete zuerst im Jahre 1841 in seiner Arbeit „Bestimmung der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus nach absolutem Maase" in den Abhandlungen d. II. Cl. d. Ak. d. Wiss. III. Bd., Abth III, Seite 621—670 vollständig entwickelt. In der Arbeit „Resultate des magnetischen Observatoriums in München" in denselben Abhandlungen V Bd., I Abth. benutzte er die Formeln für eine neue Methode der Bestimmung der Ablenkungsconstante. Im Jahre 1849 erschien sein klassisches Werk „Handbuch des Erdmagnetismus, welches noch jetzt nach 60 Jahren ein unentbehrliches Handbuch jedes Erdmagnetikers ist, der sich mit Beobachtungs-Praxis wissenschaftlich beschäftigt. In diesem Handbuch werden die Ablenkungsformeln vollständig für die beiden Hauptlagen von Gauss und für die beiden Hauptlagen von Lamont mitgetheilt, doch lassen sich die höheren Glieder, soweit sie nicht mitgetheilt sind, nicht ohne Weiteres anschreiben.—Im XV. Bande der Allgemeinen Encyklopädie der Physik von G. Karsten erschien im Jahre 1867 das „Handbuch des Magnetismus" von Lamont und in diesem wurden alle Formeln wieder abgeleitet. In der 18jährigen Zwischenzeit zwischen dem Erscheinen der beiden Handbücher hat sich bei Lamont eine wesentliche Aenderung eingestellt, indem die völlig unbestimmten Verhältnisse der höheren magnetischen Momente durch Poldistanzen ersetzt wurden, was einigen späteren Autoren entgangen zu sein scheint.

Wenn man sich mit den ersten beiden Gliedern der unendlichen Reihen für die vier Hauptlagen begnügt, so könnte man diese Frage mit den Lamont'schen Untersuchungen als abgeschlossen betrachten, wenn die Coefficienten richtig wären, was aber leider

nicht immer der Fall ist. Wir werden weiterhin zeigen, dass nicht allein die Lamont'schen Coefficienten durch Druck- und Rechnenfehler entstellt sind, sondern auch fast aller Autoren, welche diese Coefficienten berechnet und veröffentlicht haben und wenn verschiedene Autoren verschiedene Coefficienten geben und die Formeln nicht so übersichtlich sind, um selbst mit wenig Mühe richtige Werthe aufstellen zu können, so haben die Coefficienten wenig Werth. Wir finden bei Lamont eine und dieselbe Formel auf verschiedenen Stellen und die Coefficienten sind überall verschieden. Es lag das Bedürfnis vor, überssichtliche allgemeine Formeln zu haben, aus denen die speciellen Formeln für die beiden Hauptlagen von Gauss und für die beiden Hauptlagen von Lamont durch entsprechende Annahmen hervorgehen. Das war die nächste Aufgabe und mit derselben beschäftigte sich Prof. M. Kowalsky im Jahre 1853. Seine Arbeit in dieser Frage ist sehr wenig bekannt, erstens weil sie in russischer Sprache erschienen ist und zweitens in einem Werk, welches nach dem Titel einen solchen Inhalt am wenigsten vermuthen lässt. Dieses Capitel „Изслѣдованіе взаимнаго дѣйствія двухъ магнитовъ и опредѣленіе горизонтальной напряженности земного магнетизма“ findet sich im Reisewerk „Сѣверный Уралъ и береговой хребетъ Пай-Хой“, herausgegeben von der Geographischen Gesellschaft in St.-Petersburg 1853. Es ist auch eine deutsche Uebersetzung dieses Werkes unter dem Titel „Der nördliche Ural“ erschienen. Kowalsky hat seine Formeln ganz allgemein abgeleitet, macht aber in Bezug auf Vertheilung des Magnetismus Annahmen, die nicht einwurfsfrei sind und daher sind seine Endformeln schwer zu lesen, wenn man mit ihnen nicht nach andern Quellen bereits bekannt ist.

Im Jahre 1870 hat Airy in Greenwich in seinem Buche „Ueber den Magnetismus“ (deutsche Uebersetzung von Tietjen, 1874), Ableitungen für specielle Fälle gegeben, ohne allgemeine Formeln anzugeben. Um dieselbe Zeit beschäftigte sich Ed. Riecke mit dieser Frage in den Annalen der Physik und Chemie von Poggendorff, Bd. 149, 1873 und 1879 in denselben Annalen von Wiedemann, Bd. VIII, wobei die Poldistanz und Pollage im Vordergrunde stehen.

Inzwischen hatten die Formeln der Ablenkungs-Beobachtungen eine neue Anwendung durch Lloyd gefunden, der zum Unifilar und

Bifilar sein drittes Variations-Instrument hinzugefügt hatte und Formeln entwickeln musste, wo die Ablenkung gleich Null war. Für zwei Magnete war diese Frage schon von Gauss behandelt worden. Prof. K. Weihrauch hat in der Abhandlung „Ueber die gegenseitige Einwirkung permanenter Magnete“, abgedruckt in den „Nouveaux Mémoires de la Société Imp. des Naturalistes de Moscou, T. XIV, Livr. 4, diese Frage für zwei und drei Magnete behandelt, doch lag es nicht in der Aufgabe Lloyd's und Weihrauch's ausser der Nulllage noch andere zu untersuchen.

Im Jahre 1888 hat Schebuew in Kasan in einem Aufsatz „Объ опредѣленіи величины и направленія силы однороднаго магнитнаго поля“ auch die Ablenkungsformeln behandelt, ohne zu zahlenmässigen Coefficienten der höheren Glieder zu gelangen.

Eine sehr wichtige Arbeit in dieser Frage hat Professor O. Chwolson in St.-Petersburg, im Jahre 1883 unter den Titel „Ueber die Wechselwirkung zweier Magnete mit Berücksichitigung ihrer Querdimensionen“ in den Mémoires de l'Académie Imp. des Sc. de St.-Petersburg, T. XXXI № 10 veröffentlicht. Prof. Chwolson hat in dieser Abhandlung die beiden Gauss'schen Hauptlagen behandelt und zwar für Magnete mit Polpuncten und weiterhin für Magnete mit vier Polpuncten an jedem Ende. Damit waren Ablenkungsformeln für Magnete gegeben, die ausser der Längendimension auch Breite und Dicke haben.

Im Jahre 1893 erschien in St.-Petersburg von Dr. H. Fritsche, dem ehemaligen Director des russischen Observatoriums in Peking, eine Arbeit „Ueber die Bestimmung der geographischen Länge und der drei Elemente des Erdmagnetismus“. In dieser Arbeit hat Dr. Fritsche in Anlehnung an die oben citierte Arbeit von Kowalsky auch die Ablenkungsformeln entwickelt, und, wie dieser, über die Vertheilung des Magnetismus bestimmte Annahmen gemacht, wodurch die ohnehin complicierten Formeln noch unhandlicher werden und an Uebersichtlichkeit verlieren.

Sehr ausführlich hat sich Prof. Dr. C. Börgen mit dieser Frage befasst. In dem „Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte“, XIV, Jahrgang 1891, erschien seine erste Arbeit unter dem Titel „Ableitung des Ausdrucks für die Ablenkung einer Magnetnadel durch einen Magnet, dessen Lage im Raume eine beliebige sein kann“. In demselben Jahr erschien in den „Annalen der Hydrographie

und maritimen Meteorologie, Heft II und III, sein Aufsatz „Ueber eine neue Methode zur Bestimmung des Polabstandes eines Magnets“, worin die Ablenkungsformeln zur Grundlage dieser neuen Methode dienen. Endlich im October 1896, erschien in „Terrestrial Magnetism“, Vol. I, № 4, seine Arbeit „Allgemeiner Ausdruck für die Coefficienten der Formel für die Ablenkungen einer Magnetnadel durch einen Ablenkungsstab in beliebiger Lage“. In diesen Arbeiten hat Prof. Börgen allgemeine Formeln aufgestellt und sie auf die vier Specialfälle angewandt.

Dieser kurze Ueberblick lehrt, dass die Frage von mehreren Seiten in Angriff genommen worden ist, doch wird die nachfolgende Ausführung mehrfach Gelegenheit nehmen darzuthun, dass noch Vieles zu thun übrig geblieben ist, sowohl in theoretischer Hinsicht, als in instrumenteller Beziehung. Die wichtigste Frage—die des Verhältnisses der Magnetlänge zu der Poldistanz—ist von mir hier gar nicht berührt worden. Im ersten Theil werde ich Magnete mit zwei Polen behandeln und im zweiten hohlcylindrische Magnete, mit Kreisen von Polpuncten, weil diese Magnete, wie mir scheint am ehesten eine Vertheilung des Magnetismus haben können, die wir voraussetzen, besonders wenn sie geringe Wanddicke haben.

I. THEIL.

Magnete mit Polpuncten.

Betrachten wir das Potential zweier Magnete aufeinander, die in einer und derselben Ebene liegen, in dieser Ebene aber in Folge gegenseitiger Wechselwirkung, unabhängig vom Erdmagnetismus, sich beliebig einstellen, je nach der Entfernung der beiden Magnete und der Polpuncte von einander. Die Magnete setzen wir als mathematische voraus, und zwar bestehend in 2 Polpuncten, die durch eine magnetische Axe in jedem Magnete so verbunden sind, dass die Anziehung in den Polpuncten concentriert gedacht ist. Die Entfernung der Polpuncte im Magnet I mit dem Magnetismus $+\mu_1$ und $-\mu_1$ betrage $2r_1$ und im Magnet II mit $+\mu_2$ und $-\mu_2$ betrage sie $2r_2$. Die Mitten der deiden Magnete seien um die Grösse e von einander entfernt und die Entfernung der einzelnen Pole

beider Magnete seien mit e_1, e_2, e_3, e_4 bezeichnet, wie aus der nachstehenden Figur I ersichtlich ist.

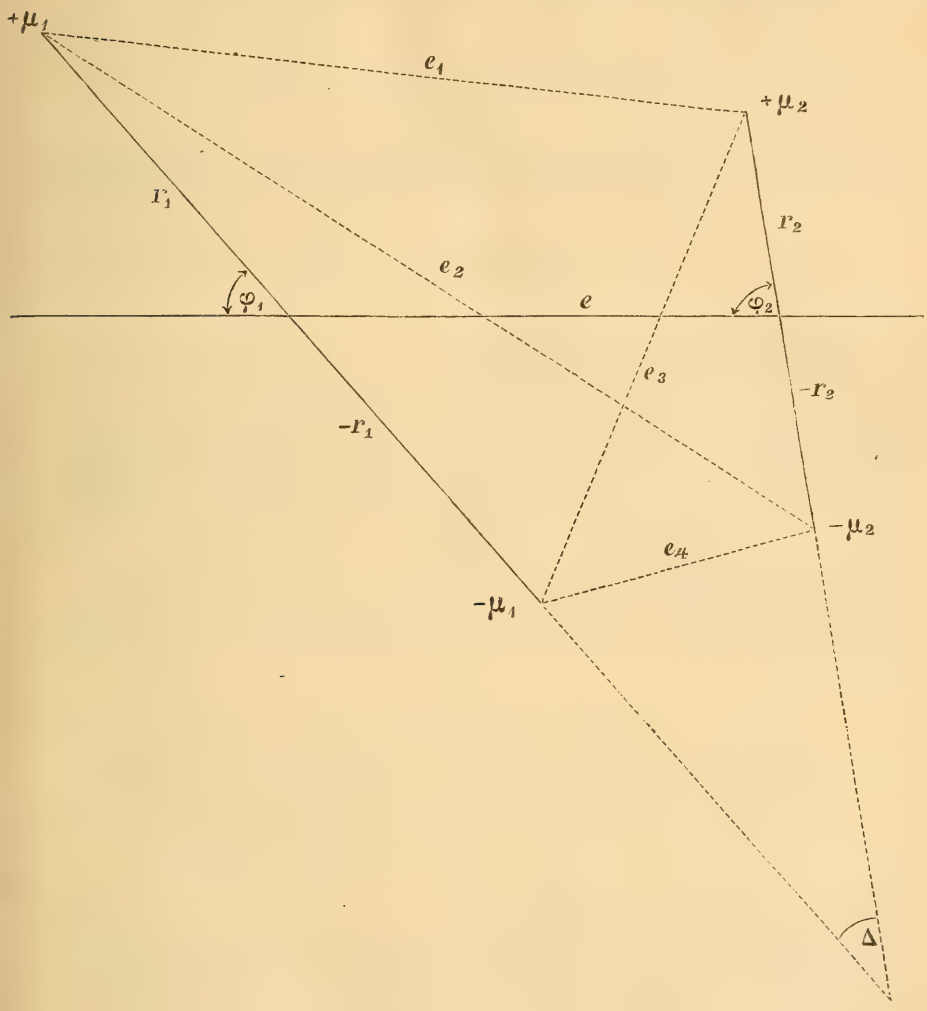


Fig. I.

Der Magnet I ($\pm \mu_1 r_1$) bilde mit der Verbindungslinie der Centra der beiden Magnete den Winkel φ_1 und der Magnet II ($\pm \mu_2 r_2$) den Winkel φ_2. Dann schneiden sich die verlängerten Richtungs-

linien der Magnete I und II unter einem Winkel Δ, der gleich der Differenz φ_1 und φ_2 ist.

Die Potentiale der einzelnen Pole aufeinander betragen

$$+\frac{\mu_1\mu_2}{e_1}; \quad -\frac{\mu_1\mu_2}{e_2}; \quad -\frac{\mu_1\mu_2}{e_3}; \quad +\frac{\mu_1\mu_2}{e_4};$$

Daraus folgt für das Potential V der beiden Magnete aufeinander:

$$V = \mu_1\mu_2 \left\{\frac{1}{e_1} - \frac{1}{e_2} - \frac{1}{e_3} + \frac{1}{e_4}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (1).$$

Wir wollen nun die Ausdrücke $\frac{1}{e_1}$, $\frac{1}{e_2}$, $\frac{1}{e_3}$, $\frac{1}{e_4}$ durch die Grössen r_1, r_2, e, φ_1, φ_2 ausdrücken, was auf verschiedenem Wege geschehen kann, wobei man auf mehr oder weniger umständliche Ausdrücke kommt. Wenn es sich aber darum handelt, einen auch für spätere Untersuchungen gangbaren Weg einzuschlagen, so ist wohl der folgende Weg der bequemste.

Die Entfernungen der Polpuncte e_1, e_2, e_3, e_4 findet man aus den rechtwinkligen Dreiecken abd, bcf, dgh und hfg durch folgende Ausdrücke:

$$\left.\begin{aligned}
e_1^2 &= (e + r_1 \cos\varphi_1 - r_2 \cos\varphi_2)^2 + (r_1 \sin\varphi_1 - r_2 \sin\varphi_2)^2 \\
e_2^2 &= (e + r_1 \cos\varphi_1 + r_2 \cos\varphi_2)^2 + (r_1 \sin\varphi_1 + r_2 \sin\varphi_2)^2 \\
e_3^2 &= (e - r_1 \cos\varphi_1 - r_2 \cos\varphi_2)^2 + (r_1 \sin\varphi_1 + r_2 \sin\varphi_2)^2 \\
e_4^2 &= (e - r_1 \cos\varphi_1 + r_2 \cos\varphi_2)^2 + (r_1 \sin\varphi_1 - r_2 \sin\varphi_2)^2
\end{aligned}\right\} \quad . (2).$$

Diese Ausdrücke unterscheiden sich nur in den Vorzeichen, wobei der Ausdruck für e_2^2 nur positive Vorzeichen hat. Jedes Glied mit wechselnden Vorzeichen hat 2 Mal positiven und 2 Mal negativen Werth, was weiterhin für Controlrechnungen wesentlich ist. Löst man die Klammern auf und ordnet die einzelnen Glieder, so erhält man für die Werthe $\frac{1}{e_1}$, $\frac{1}{e_2}$, $\frac{1}{e_3}$, $\frac{1}{e_4}$ die nachstehenden Ausdrücke, wobei die aus den Formeln (3) ersichtlichen Abkürzungen λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 eingeführt werden.

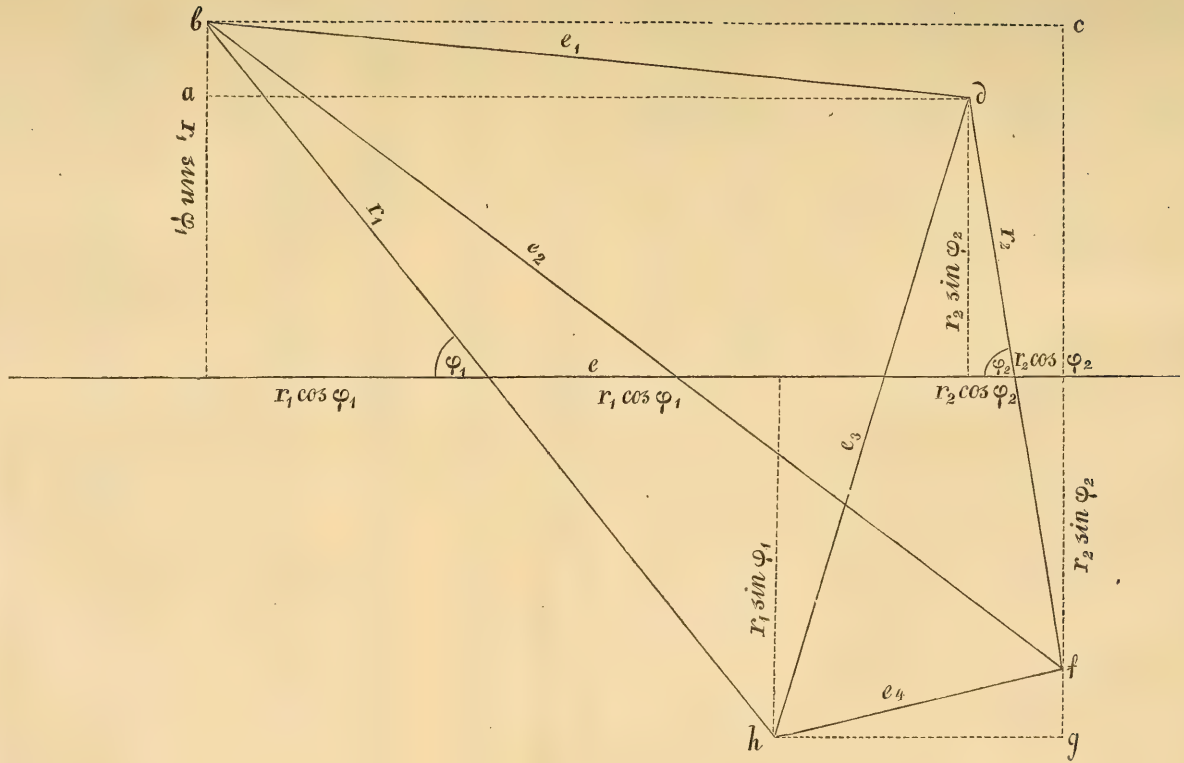

b
c
a
d
e
f
g
h
e_1
e_2
e_3
e_4
r_1
r_2
$r_1 \sin \varphi_1$
$r_2 \sin \varphi_2$
$r_1 \cos \varphi_1$
$r_2 \cos \varphi_2$
φ_1
φ_2

Fig. II.

$$\left.\begin{aligned}
\frac{1}{e_1} &= \frac{1}{e}\left\{1+\frac{r_1^2}{e^2}+\frac{r_2^2}{e^2}+\frac{2r_1\cos\varphi_1}{e}-\frac{2r_2\cos\varphi_2}{e}-\right.\\
&\qquad\left.-\frac{2r_1r_2\cos\Delta}{e^2}\right\}^{-1/2}=\frac{1}{e}(1+\lambda_1)^{-1/2}\\
\frac{1}{e_2} &= \frac{1}{e}\left\{1+\frac{r_1^2}{e^2}+\frac{r_2^2}{e^2}+\frac{2r_1\cos\varphi_1}{e}+\frac{2r_2\cos\varphi_2}{e}+\right.\\
&\qquad\left.+\frac{2r_1r_2\cos\Delta}{e^2}\right\}^{-1/2}=\frac{1}{e}(1+\lambda_2)^{-1/2}\\
\frac{1}{e_3} &= \frac{1}{e}\left\{1+\frac{r_1^2}{e^2}+\frac{r_2^2}{e^2}-\frac{2r_1\cos\varphi_1}{e}-\frac{2r_2\cos\varphi_2}{e}+\right.\\
&\qquad\left.+\frac{2r_1r_2\cos\Delta}{e^2}\right\}^{-1/2}=\frac{1}{e}(1+\lambda_3)^{-1/2}\\
\frac{1}{e_4} &= \frac{1}{e}\left\{1+\frac{r_1^2}{e^2}+\frac{r_2^2}{e^2}-\frac{2r_1\cos\varphi_1}{e}+\frac{2r_2\cos\varphi_2}{e}-\right.\\
&\qquad\left.-\frac{2r_1r_2\cos\Delta}{e^2}\right\}^{-1/2}=\frac{1}{e}(1+\lambda_4)^{-1/2}
\end{aligned}\right\}\quad\ldots(3)$$

und mit dieser Abkürzung kann man die Formel für das Potential der beiden Magnete aufeinander schreiben:

$$V=\frac{\mu_1\mu_2}{e}\left\{(1+\lambda_1)^{-1/2}-(1+\lambda_2)^{-1/2}-(1+\lambda_3)^{-1/2}+(1+\lambda_4)^{-1/2}\right\}.$$

Die Ausdrücke $(1+\lambda_m)^{-1/2}$ schreiben wir als Reihe in folgender Weise:

$$(1+\lambda_m)^{-1/2}=1-\frac{1}{2}\lambda^1{}_m+\frac{1.3}{2.4}\lambda^2{}_m-\frac{1.3.5}{2.4.6}\lambda^3{}_m+$$

$$+\cdots\cdot(-1)^n\frac{(2n)!}{2^{2n}n!\,n!}\lambda^n{}_m\pm\cdots\cdot$$

Die Convergenz-Bedingung für diese Reihe ist $-1<\lambda_m<+1$, also muss λ_m ein echter Bruch sein. In dem Ausdruck für λ kommen ausser $\cos\Delta$, $\cos\varphi_1$, $\cos\varphi_2$, also echten Brüchen, die Coefficienten $\frac{r_1}{e}$ und $\frac{r_2}{e}$ vor und so lange $e>r_1$ und $e>r_2$ ist, bleiben wir in den Grenzen der Convergenz. In der Praxis kann der Fall nie

vorkommen, dass die Entfernung der beiden Magnete von einander kleiner ist, als die halbe Länge des Magnets. Die Convergenz-Bedingungen werden daher immer erfüllt sein und wenn besondere Fälle eintreten, wo die Winkelgrössen φ_1, φ_2, Δ den Werth 90° erreichen, so ist nochmals auf die Convergenz-Bedingung zurückzukommen.

Mit Benutzung der obigen Reihe können wir die Formel 1 in folgender Gestalt schreiben.

$$V = \frac{\mu_1 \mu_2}{e} \Big\{ (1 - 1 - 1 + 1) - \frac{1}{2}(\lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_3 + \lambda_4) + \frac{1.3}{2.4}(\lambda_1^2 - \lambda_2^2 - \lambda_3^2 + \lambda_4^2) - \frac{1.3.5}{2.4.6}(\lambda_1^3 - \lambda_2^3 - \lambda_3^3 + \lambda_4^3) + \cdots\cdots (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n}.n!n!}(\lambda_1^n - \lambda_2^n - \lambda_3^n + \lambda_4^n) \cdots\cdots \Big\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Die Ausdrücke λ sind viergliedrig und enthalten die gleichen Glieder, die sich nur durch das Vorzeichen unterscheiden. Wir wollen diese Glieder der Kürze halber mit A, B, C, D bezeichnen, wobei

$$A = \frac{r_1^2 + r_2^2}{e^2}$$

$$B = \frac{2 r_1 \cos \varphi_1}{e}$$

$$C = \frac{2 r_2 \cos \varphi_2}{e}$$

$$D = \frac{2 r_1 r_2 \cos \Delta}{e^2}$$

bedeuten mögen. Das Vorzeichen von A ist alle Mal positiv, die Grössen B, C, D können sowohl positive, als auch negative Zeichen haben. Jedenfalls ist

$$\lambda^n_m = (A \pm B \pm C \pm D)^n_m$$

und dieses Polynom giebt den Ausdruck

$$\lambda^n_m = (A \pm B \pm C \pm D)^n_m =$$
$$= (-1)^p . n! \sum_{a=o}^{a=n} \sum_{b=o}^{b=a} \sum_{c=o}^{c=b} \frac{A^{n-a} B^{a-b} C^{b-c} D^c}{(n-a)!(a-b)!(b-c)!c!} \quad . \; . \; (5),$$

wenn $n \geqq a \geqq b \geqq c$,

wobei das Vorzeichen durch die Summe p der Exponenten der negativen Glieder aus der Zahl B, C und D bestimmt wird. Mit Benutzung dieser Schreibweise des polynomischen Satzes können wir die Formel (4) für das Potential in folgender Weise vereinfachen. Aus den Formeln (3) ersieht man, dass λ_2 ausschliesslich positive Glieder enthält, λ_1 hat in C und D negative Glieder, λ_3 in B und C und endlich λ_4 in den Gliedern B und D. Wenn wir $\lambda^n{}_2$, als nur positive Glieder enthaltenden Ausdruck, mit λ^n bezeichnen, so lassen sich die andern $\lambda^n{}_1$, $\lambda^n{}_3$ und $\lambda^n{}_4$ auch durch λ^n ausdrücken, wobei aber das Vorzeichen positiv oder negativ sein kann, je nach dem die Exponenten-Summen p eine grade oder ungrade Zahl ergeben. Da in dem Ausdruck $\lambda^n{}_1$ nur C und D ein negatives Vorzeichen haben, so beträgt die Summe p der Exponenten $b - c + c = b$ und wir haben dieselben einzelnen Glieder des Polynoms, wie bei $\lambda^n{}_2$, nur tritt das Vorzeichen $(-1)^b$ hinzu. Ebenso findet man, dass in den Ausdrücken $\lambda^n{}_3$ und $\lambda^n{}_4$ dieselben einzelnen Glieder vorkommen, die Vorzeichen sind aber verschieden, je nach dem welche von den Ausdrücken B, C, D ein negatives Vorzeichen haben. Mit Hülfe dieser Bestimmung des Vorzeichens können wir schreiben:

$$\left.\begin{aligned} \lambda_1{}^n &= (-1)^b . \lambda^n \\ \lambda_2{}^n &= +\lambda^n \\ \lambda_3{}^n &= (-1)^{a-c}\lambda^n \\ \lambda_4{}^n &= (-1)^{a-c+b}\lambda^n \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

und dem entsprechend kann man in der Reihe (4) die einzelnen Glieder durch folgende Ausdrücke ersetzen:

$$\lambda_1{}^n - \lambda_2{}^n - \lambda_3{}^n + \lambda_4{}^n = \lambda^n[(-1)^b - 1 - (-1)^{a-c} + (-1)^{a-c+b}] = [(-1)^b - 1 - (-1)^{a-c} + (-1)^{a-c+b}] . n! \sum_{a=o}^{a=n} \sum_{b=o}^{b=a} \sum_{c=o}^{c=b} \cdot \frac{A^{n-a} B^{a-b} C^{b-c} D^c}{(n-a)!(a-b)!(b-c)!c!} \quad . \quad (7)$$

Nun müssen wir den Werth des Coefficienten

$$(-1)^b - 1 - (-1)^{a-c} + (-1)^{a-c+b} \qquad (8)$$

feststellen. Dieser Werth kann nur 0, oder —4 betragen und wir müssen ermitteln, welche Fälle 0 ergeben und welche —4. Das

hängt davon ab, welche Combinationen von a, b, c die entsprechenden graden oder ungraden Exponenten liefern und da sind nur acht Comblinationen möglich.

	a	b	c	Werth
I	grade	grade	grade	0
II	ungrade	grade	grade	0
III	grade	ungrade	grade	—4
IV	grade	grade	ungrade	0
V	grade	ungrade	ungrade	0
VI	ungrade	grade	ungrade	0
VII	ungrade	ungrade	grade	0
VIII	ungrade	ungrade	ungrade	—4

In allen Fällen wo b grade ist, beträgt der Werth 0, gleichviel welche Werthe a und c haben. Also kann ein von Null verschiedener Werth nur bei ungraden b vorkommen. Dadurch ist auch der untere Grenzwerth von b gegeben, denn 0 für b giebt 0, daher ist der untere Grenzwerth für $b = 1$. Da aber $a \geqq b$ sein muss, so folgt, dass der untere Grenzwerth auch für a nicht 0 sein kann. Durch die Bedingung, b ungrade, haben wir die Hälfte aller Glieder ausgeschlossen, da sie sich gegenseitig aufheben und Null werden. Diese Bedingung, dass b ungrade sein muss, gestattet, dass wir den Ausdruck (8) auch schreiben können

$$-1-1-(-1)^{a-c}+(-1)^{a-c+b}$$

oder

$$-2-2(-1)^{a-c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9).$$

Der letzte Ausdruck giebt für alle ungraden Werthe von $a-c$ Null und nur wenn $a-c$ grade ist, findet man -4. Soll aber $a-c$ grade sein, so darf nicht a grade oder ungrade sein, wenn c ungrade oder grade ist. Für eine grade Differenz müssen a und c gleichzeitig grade oder gleichzeitig ungrade sein. Demnach geben 6 Combinationen von den 8 möglichen den Werth 0 und die übrigen 2 Combinationen

b	a	c
ungrade	grade	grade
ungrade	ungrade	ungrade

ergeben —4. Wir erhalten daher für die 6 Combinationen

$$\lambda_1^{\,n} - \lambda_2^{\,n} - \lambda_3^{\,n} + \lambda_4^{\,n} = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

und für die beiden letzten

$$\lambda_1^{\,n} - \lambda_2^{\,n} - \lambda_3^{\,n} + \lambda_4^{\,n} = -4 . \lambda^n =$$

$$= -4\,n\,! \sum_{a=1}^{a=n} \sum_{b=1}^{b=a} \sum_{c=0}^{c=b} \frac{2^a (r_1^2 + r_2^2)^{n-a} r_1^{\,a-b+c} r_2^{\,b} \cos^{a-b}\varphi_1 \cos^{b-c}\varphi_2 \cos^c \Delta}{e^{2n-a+c}(n-a)\,!\,(a-b)\,!\,(b-c)\,!\,c\,!} \quad . \; . \; (11)$$

wenn man die Werthe für A, B, C, D hier einsetzt.

In Folge der Bedingungsgleichung

$$n \geqq a \geqq b \geqq c$$

können in Anbetracht der unteren Grenze $a = b = 1$ die Exponenten von r_1 und r_2 auf keinen Fall gleich Null sein und wir können einen gemeinschaftlichen Factor $r_1 r_2$ ausscheiden. Ebenso kann $2n - a + c$ keinenfalls kleiner als 2 sein, so dass wir auch einen gemeinschaftlichen Factor $\frac{1}{e^2}$ ausscheiden können. In der Reihe (4) haben wir als dann den gemeinschaftlichen Factor

$$-\frac{2 r_1 \mu_1 2 r_2 \mu_2}{e^3}$$

nnd da $2 r_1 \mu_1$ das magnetische Moment M_1 des Magneten I darstellt und $2 r_2 \mu_2$ das magnetische Moment M_2 des Magneten II, so können wir die gemeinschaftlichen Factoren in folgender Weise schreiben

$$-\frac{M_1 M_2}{e^3}.$$

Nach Einführung der gewonnenen Ausdrücke in die Formel (4) erhält dieselbe die folgende Gestalt:

$$V = \frac{M_1 M_2}{e^3} \sum_{n=1}^{n=\infty} \sum_{a=1}^{a=n} \sum_{b=1}^{b=a} \sum_{c=0}^{c=b} (-1)^{n+1} \cdot$$

$$\cdot \frac{(2n)!\,(r_1^2 + r_2^2)^{n-a} r_1^{\,a-b+c-1} r_2^{\,b-1} \cos^{a-b}\varphi_1 \cos^{b-c}\varphi_2 \cos^c \Delta}{2^{2n-a} n\,!\,(n-a)\,!\,(a-b)\,!\,(b-c)\,!\,c\,!\,e^{2n-a+c-2}} \quad . \; . \; (12)$$

In Folge der Bedingungs-Gleichung

$$n \geqq a \geqq b \geqq c$$

und der Bedingung

b ungrade
a und c gleichzeitig grade oder ungrade

können keine negativen Exponenten vorkommen und die Werthe im Nenner $(n-a)!\ (a-b)!\ (b-c)!\ c!$ sind alle positiv, wobei natürlich $0! = 1$ ist. Für bequemere Benutzung der Formel (12) stellen wir die möglichen Werthe für n, a, b, c in der folgenden Tabelle zusammen:

n	a	b	c
1	1	1	1
2	1	1	1
2	2	1	0
3	1	1	1
3	2	1	0
3	3	1	1
3	3	3	1
3	3	3	3
4	1	1	1
4	2	1	0
4	3	1	1
4	3	3	1
4	3	3	3
4	4	1	0
4	4	3	0
4	4	3	2
5	1	1	1
5	2	1	0
5	3	1	1
5	3	3	1
5	3	3	3
5	4	1	0
5	4	3	0

n	a	b	c
5	4	3	2
5	5	1	1
5	5	3	1
5	5	3	3
5	5	5	1
5	5	5	3
5	5	5	5
6	1	1	1
6	2	1	0
6	3	1	1
. . .	. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .	. . .

Von den Werthen A, B, C, D in der Formel 5 hat A stets ein positives Vorzeichen und auf A kommt es nicht an. Der Ausdruck wird nur dann nicht Null, wenn entweder $B^{2n+1}\ C^{2n+1}\ D^{2n}$ ist, oder aber $B^{2n}\ C^{2n}\ D^{2n+1}$. Die Exponenten von B und C müssen gleichzeitig grade oder ungrade sein, während der Exponenten von D im ersten Falle ungrade, im letzten Falle grade ist. Drei Viertel aller Glieder heben sich auf und geben Null.

Wir wollen die ersten Glieder der Formel (12) nach fallenden Potenzen von e geordnet anschreiben:

$$V = \frac{M_1 M_2}{e^3} \left\{ \frac{1}{e^0} \left[\frac{2!}{1!\,2^1} \cos\Delta - \frac{4!}{2!\,2^2} \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \right] + \right. \tag{13}$$

$$+ \frac{1}{e^2} \left[- \frac{4!}{2!2^2} \frac{(r_1^2 + r_2^2)^1}{2!\,1!} \cos\Delta + \frac{6!}{3!\,2^3} \cos\Delta \left(\frac{r_1^2 \cos^2\varphi_1}{2!} + \right. \right.$$

$$\left. - \frac{r_2^2 \cos^2\varphi_2}{2!} \right) - \frac{8!}{4!\,2^4} \cdot \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \left(\frac{r_1^2 \cos^2\varphi_1}{3!} + \frac{r_2^2 \cos^2\varphi_2}{3!} \right) +$$

$$\left. + \frac{6!}{3!\,2^3} \frac{(r_1^2 + r_2^2)^1}{2^1 . 1!} \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \right] +$$

$$+ \frac{1}{e^4} \left[\frac{6!}{3!\,2^3} \left(\frac{(r_1^2 + r_2^2)^2}{2!\,2^2} \cos\Delta + \frac{r_1^2 r_2^2}{3!} \cos^3\Delta \right) - \right.$$

$$- \frac{8!}{4!\,2^4} \cdot \frac{r_1^2 + r_2^2}{2^1 . 1!} \cos\Delta \left(\frac{r_1^2 \cos^2\varphi_1}{2!} + \frac{r_2^2 \cos^2\varphi_2}{2!} \right) +$$

$$+\frac{10!}{5!2^5}\cos\Delta\left(\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{4!}+\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1 r_2^2\cos^2\varphi_2}{2!2!}+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{4!}\right)-$$

$$-\frac{12!}{6!2^6}\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left(\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{5!}+\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1 r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!3!}+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{5!}\right)+$$

$$+\frac{10!}{5!2^5}\cdot\frac{r_1^2+r_2^2}{2^1.1!}\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left(\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{3!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!}\right)-$$

$$-\frac{8!}{4!2^4}\left(\frac{(r_1^2+r_2^2)^2}{2^2.2!}\cos\varphi_1\cos\varphi_2+\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\Delta}{2!}\cos\varphi_1\cos\varphi_2\right)\Bigg]+$$

$$+\frac{1}{e^6}\Bigg[-\frac{8!}{4!2^4}\left(\frac{(r_1^2+r_2^2)^3}{2^3.3!}\cos\Delta+\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{2^1 1!}\cdot\frac{r_1^2r_2^2\cos^3\Delta}{3!}\right)+$$

$$-\frac{10!}{5!2^5}\left(\frac{(r_1^2+r_2^2)^2}{2^2.2!}\cos\Delta+\frac{r_1^2r_2^2\cos^3\Delta}{3!}\right)\cdot\left(\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{2!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{2!}\right)-$$

$$-\frac{12!}{6!2^6}\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{2!1!}\cos\Delta\left(\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{4!0!}+\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1 r_2^2\cos^2\varphi_2}{2!2!}+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{0!4!}\right)+$$

$$-\frac{14!}{7!2^7}\cos\Delta\left(\frac{r_1^6\cos^6\varphi_1}{6!0!}+\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1 r_2^2\cos^2\varphi_2}{4!2!}+\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1 r_2^4\cos^4\varphi_2}{2!4!}+\right.$$

$$\left.+\frac{r_2^6\cos^6\varphi_2}{0!6!}\right)-\frac{16!}{8!2^8}\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left(\frac{r_1^6\cos^6\varphi_1}{7!1!}+\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1 r_2^2\cos^2\varphi_2}{5!3!}+\right.$$

$$\left.+\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1 r_2^4\cos^4\varphi_2}{3!5!}+\frac{r_2^6\cos^6\varphi_2}{1!7!}\right)+$$

$$-\frac{14!}{7!2^7}\cdot\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{2^1.1!}\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left(\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{5!1}+\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1 r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!3!}+\right.$$

$$\left.+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{1!5!}\right)-\frac{12!}{6!2^6}\left(\frac{(r_1^2+r_2^2)^2}{2^2.2!}+\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\Delta}{2!}\right)\cdot$$

$$\cdot\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left(\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{3!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!}\right)+$$

$$+\frac{10!}{5!.2^5}\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left(\frac{(r_1^2+r_2^2)^3}{2^3.3!}+\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{2^1.1!}\cdot\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\Delta}{2!}\right)\Bigg]+\cdots.$$

Vergleicht man die einzelnen Glieder der Theile $\frac{1}{e^0}$, $\frac{1}{e^2}$, $\frac{1}{e^4}$ und $\frac{1}{e^6}$, so erhält man einen Ueberblick, wie die höheren Glieder beschaffen sind und man kann die letzteren anschreiben, ohne die mühsame Arbeit der Substitution der Werthe n, a, b, c, verrichten zu müssen.

Wir haben die Voraussetzung gemacht, dass die beiden Magnete in einer und derselben Ebene sich bewegen können und der Geomagnetismus keinen Einfluss auf die Lage der Magnete habe. Sollen beide Magnete beweglich sein und dem Geomagnetismus folgen, so gelangt man zu sehr verwickelten Formeln und da sie in der Praxis der magnetischen Beobachtungen zur Zeit keine Anwendung finden, so haben wir diese Formeln hier nicht angeführt. Wir wollen nun die Annahme machen, dass einer der Magnete eine bestimmte feste Lage einnimmt, und abgesehen von der Induction, durch den Erdmagnetismus nicht in seiner Lage verändert wird. Dieser feste Magnet sei der Magnet II und bei dieser Annahme ist der Winkel φ_2 eine constante Grösse. Der Magnet I sei beweglich um eine Axe, die in der Mitte der magnetischen Axe senkrecht zu derselben und zur Ebene der beiden Magnete steht. Die Bewegung darf nur in der durch die vier Pole gelegten Ebene vor sich gehen, doch kann diese Ebene eine beliebige Lage im Raum haben. Die Componente des Geomagnetismus in dieser Ebene wollen wir mit dem Buchstaben K bezeichnen. Der Magnet I wird unter dem Einfluss des Erdmagnetismus seinen Winkel φ_1 verändern und eine Lage annehmen, in welcher die ablenkende Kraft des Magnets II und die Richtungscomponente des erdmagnetischen Feldes sich das Gleichgewicht halten. In dieser Lage wird der Magnet mit der Richtung des Erdfeldes in der gegebenen Ebene einen Winkel ψ bilden und da das magnetische Moment des Magnets I M_1 ist, so beträgt die Richtkraft des Erdfeldes

$$KM_1 \sin \psi$$

und dieser muss dem Drehungsmomente $\frac{dV}{d\varphi_1}$ gleich kommen. Wir haben demnach die Relation

$$KM_1 \sin \psi = \frac{dV}{d\varphi_1}. \qquad (14)$$

Differentieren wir den Ausdruck 12 nach $d\varphi_1$, so erhalten wir, da $d \cos \Delta = - \sin \Delta \, d\varphi_1$ ist, die folgende Formel, nach Kürzung von M_1

$$K \sin \psi = \frac{M_2}{e^3} \cdot \sum_{n=1}^{n=\infty} \sum_{a=1}^{a=n} \sum_{b=1}^{b=a} \sum_{c=0}^{c=b} (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{n!\,2^n} \cdot \frac{(r_1^2 + r_2^2)^{n-a}}{(n-a)!\,2^{n-a}} \cdot$$

$$\cdot \frac{r_1^{a-b+c-1} \cdot r_2^{b-1} \cos^{b-c} \varphi_2}{(a-b)!\,(b-c)!\,c!} \cdot \frac{1}{e^{2n-2-a+c}} \cdot$$

$$\cdot \cos^{a-b-1} \varphi_1 \cos^{c-1} \Delta \left\{ (a-b) \sin \varphi_1 \cos \Delta + c \cdot \cos \varphi_1 \sin \Delta \right\} \quad \ldots (15).$$

Die ersten Glieder dieser Formel lauten:

$$K \cdot \sin \psi = \frac{M_2}{e^3} \left\{ \frac{1}{e^0} \left[-\frac{2!}{1!\,2^1} \sin \Delta + \frac{4!}{2!\,2^2} \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \right] + \right. \quad (16)$$

$$+ \frac{1}{e^2} \left[\frac{4!}{2!\,2^2} \sin \Delta \frac{(r_1^2 + r_2^2)^1}{1!\,2^1} - \frac{6!}{3!\,2^3} \left\{ \sin \Delta \left(\frac{r_1^2 \cos^2 \varphi_1}{2!\,0!} + \frac{r_2^2 \cos^2 \varphi_2}{0!\,2!} \right) + \right.\right.$$

$$+ \cos \Delta \cos \varphi_1 \sin \varphi_1 \cdot (r_1)^2 + \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \frac{(r_1^2 + r_2^2)^1}{1!\,2^1} \Big\} +$$

$$\left. + \frac{8!}{4!\,2^4} \left\{ \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \left(\frac{r_1^2 \cos^2 \varphi_1}{2!\,0!} + \frac{r_2^2 \cos^2 \varphi_2}{1!\,3!} \right) \right\} \right] +$$

$$+ \frac{1}{e^4} \left[-\frac{6!}{3!\,2^3} \left\{ \sin \Delta \left(\frac{(r_1^2 + r_2^2)^2}{2!\,2^2} + \cos^2 \Delta \frac{r_1^2 r_2^2}{2!} \right) \right\} + \right.$$

$$+ \frac{8!}{4!\,2^4} \left\{ \sin \Delta \frac{(r_1^2 + r_2^2)^1}{1!\,2^1} \left(\frac{r_1^2 \cos^2 \varphi_1}{2!\,0!} + \frac{r_2^2 \cos^2 \varphi_2}{0!\,2!} \right) + \right.$$

$$+ \cos \Delta \cos \varphi_1 \sin \varphi_1 r_1^2 \cdot \frac{(r_1^2 + r_2^2)^1}{1!\,2^1} + \sin \Delta \cos \Delta \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 r_1^2 r_2^2 +$$

$$+ \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \left(\frac{(r_1^2 + r_2^2)^2}{2!\,2^2} + \frac{r_1^2 r_2^2 \cos^2 \Delta}{2!} \right) \Big\} - \frac{10!}{5!\,2^5} \left\{ \sin \Delta \left(\frac{r_1^4 \cos^4 \varphi_1}{4!\,0!} + \right.\right.$$

$$\left. + \frac{r_1^2 r_2^2 \cos^2 \varphi_1 \cos^2 \varphi_2}{2!\,2!} + \frac{r_2^4 \cos^4 \varphi_2}{0!\,4!} \right) + \cos \Delta \cos \varphi_1 \sin \varphi_1 r_1^2 \left(\frac{r_1^2 \cos^2 \varphi_1}{3!} + \right.$$

$$\left. + \frac{r_2^2 \cos^2 \varphi_2}{2!} \right) + \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \frac{(r_1^2 + r_2^2)}{1!\,2^1} \left(\frac{r_1^2 \cos^2 \varphi_1}{2!\,1!} + \frac{r_2^2 \cos^2 \varphi_2}{0!\,3!} \right) \Big\} +$$

$$\left. + \frac{12!}{6!\,2^6} \left\{ \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \left(\frac{r_1^4 \cos^4 \varphi_1}{4!\,1!} + \frac{r_1^2 r_2^2 \cos^2 \varphi_1 \cos^2 \varphi_2}{2!\,3!} + \frac{r_2^4 \cos^4 \varphi_2}{0!\,5!} \right) \right\} \right] +$$

$$+\frac{1}{e^6}\Bigg[\frac{8!}{4!2^4}\Bigg\{\sin\Delta\left(\frac{(r_1^2+r_2^2)^3}{3!2^3}+\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{1!2^1}\cdot\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\Delta}{2!}\right)\Bigg\}-$$

$$-\frac{10!}{5!2^5}\Bigg\{\sin\Delta\left(\frac{r_1^2+r_2^2)^2}{2!2^2}+\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\Delta}{2!}\right)\cdot\left(\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{2!0!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{0!2!}\right)+$$

$$+r_1^2\cos\Delta\cos\varphi_1\sin\varphi_1\left(\frac{(r_1^2+r_2^2)^2}{2!2^2}+\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\Delta}{3!}\right)+$$

$$+r_1^2r_2^2\sin\Delta\cos\Delta\cos\varphi_1\cos\varphi_2\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{1!2^1}-\sin\varphi_1\cos\varphi_2\left(\frac{(r_1^2-r_2^2)^3}{3!2^3}+\right.$$

$$\left.+\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{1!2^1}\cdot\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\Delta}{2!}\right)\Bigg\}+\frac{12!}{6!2^6}\Bigg\{\sin\Delta\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{1!2^1}\left(\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{4!0!}+\right.$$

$$\left.+\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2}{2!2!}+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{0!4!}\right)+$$

$$+\cos\Delta\cos\varphi_1\sin\varphi_1 r_1^2\frac{(r_1^2+r_2^2)^1}{1!2^1}\left(\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{3!0!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{1!2!}\right)+$$

$$+\sin\Delta\cos\Delta\cos\varphi_1\cos\varphi_2 r_1^2r_2^2\left(\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{3!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!}\right)+$$

$$+\sin\varphi_1\cos\varphi_2\left[\frac{(r_1^2+r_2^2)^2}{2!2^2}+\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\Delta}{2!}\right]\left(\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{2!1!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{0!3}\right)\Bigg\}-$$

$$-\frac{14!}{7!2^7}\Bigg\{\sin\Delta\left[\frac{r_1^6\cos^6\varphi_1}{6!0!}+\frac{r_1^4r_2^2\cos^4\varphi_1\cos^2\varphi_2}{4!2!}+\frac{r_1^2r_2^4\cos^2\varphi_1\cos^4\varphi_2}{2!4!}+\right.$$

$$\left.+\frac{r_2^6\cos^6\varphi_2}{0!6!}\right]+\cos\Delta\cos\varphi_1\sin\varphi_1 r_1^2\left[\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{5!0!}+\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2}{3!2!}+\right.$$

$$\left.+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{1!4!}\right]+\sin\varphi_1\cos\varphi_2\left(\frac{r_1^2+r_2^2}{1!2^1}\right)\left[\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{4!1!}+\right.$$

$$\left.+\frac{r_1^2r_2^2\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2}{2!3!}+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{0!5!}\right]\Bigg\}+\frac{16!}{8!2^8}\Bigg\{\sin\varphi_1\cos\varphi_2\left[\frac{r_1^6\cos^6\varphi_1}{6!1!}+\right.$$

$$\left.+\frac{r_1^4r_2^2\cos^4\varphi_1\cos^2\varphi_2}{4!3!}+\frac{r_1^2r_2^4\cos^2\varphi_1\cos^4\varphi_2}{2!5!}+\frac{r_2^6\cos^6\varphi_2}{0!7!}\right]\Bigg\}\Bigg]+\frac{1}{e^8}\Big[\ldots$$

Diese Formel wollen wir abgekürzt schreiben:

$$K\sin\psi=\frac{M_2}{e^3}\left\{\frac{p_0}{e^0}+\frac{p_2}{e^2}+\frac{p_4}{e^4}+\frac{p_6}{e^6}+\frac{p_8}{e^8}\ldots\right\}\quad\ldots\quad(17).$$

Wir haben nur die ersten vier Coefficienten in der Formel 16 voll angeschrieben, weil schon das vierte Glied p_6 die Gesetzmässigkeit klar zur Anschauung bringt. Der Bau der Formel 16 ist etwas verwickelter, als der des Ausdrucks 13, aus dem sie durch Differentiation hervorgegangen ist. Zweifelerregende Fälle sind an der Hand des Ausdrucks 13 leicht zu erledigen, da Formel 16 durch Differentiation der viel durchsichtigeren Formel 13 entsteht.

Die Formel 16 ist **eine der allerwichtigsten Formeln in der Lehre des Erdmagnetismus,** denn sie bildet die *Grundlage aller Bestimmungen der Intensität des Erdmagnetismus,* die ja ohne Ablenkungen nicht möglich sind, wenn es auf absolute Werthe ankommt. Alle Constanten-Bestimmungen, soweit sie auf Ablenkungen beruhen, basieren auf der Formel 16. Daher ist ihre Kenntniss nothwendig und nicht nur der ersten Glieder, sondern auch des allgemeinen Gliedes, welches durch die Formel 15 gegeben ist. **Die erste und zweite Hauptlage von Gauss und die erste und zweite Hauptlage von Lamont sind specielle Fälle der Formel 16.**

In jedem Gliede kommt das Verhältniss $\frac{r}{e}$ zur Geltung, entweder in dem Verhältniss $\frac{r_1^{\,n}}{e^n}$, oder $\frac{r_2^{\,n}}{e^n}$ oder endlich $\frac{r_1^{\,n-m} r_2^{\,m}}{e^n}$ und zwar enthält ein jedes Glied r_1 und r_2 in derselben Potenz, in welcher e im Nenner vorkommt. Daraus folgt unmittelbar, dass die höheren Glieder umsoweniger Einfluss haben, je grösser die Entfernung der Magnete von einander im Verhältniss zur Länge der Magnete ist. Je kleiner die Werthe $\frac{r_1}{e}$ und $\frac{r_2}{e}$, desto besser convergiert die Reihe und man kann sich mit wenigen Gliedern begnügen.

Wir wollen nun die vier Hauptlagen gesondert betrachten, nämlich zwei von Gauss und zwei von Lamont. Dabei wollen wir jedoch ausdrücklich bemerken, dass diese vier Hauptlagen von Gauss sowohl, als auch von Lamont in der Horizontalebene angewandt wurden, was aber keine Voraussetzung ist. Man kann die Formeln anwenden, wenn nur der bewegliche Magnet bei seiner Bewegung in der durch die vier Pole gehende Ebene bleibt, diese Ebene kann

aber eine beliebige Lage haben. Wir können Magnete mit unterstützten Axen in jeder Lage ablenken, nur ist der oben angenommene Werth K die Componente der Total-Intensität in dieser Ebene. Wir können in der Verticalebene die Vertical-Intensität und in der Richtung der ganzen Intensität auch die Total-Intensität direct durch Ablenkungen messen, wenn das magnetische Moment durch Schwingungen bestimmt worden ist. Nur muss man bei allen Ablenkungsbeobachtungen im Auge behalten, dass alle vier Polpuncte in einer Ebene liegen müssen. Da jeder Magnet eine magnetische Collimation hat und wenn sie mit Spiegelablesung verbunden ist, auch eine Collimation, die ich optische nenne, so müssen nicht die geometrischen Polpuncte, sondern die magnetischen Polpuncte in eine Ebene gebracht werden. In dieser Schwierigkeit, auf welche bisher wenig Aufmerksamkeit gelenkt worden ist, mag wohl ein Theil der beträchtlichen Unterschiede in den Angaben verschiedener Methoden und Instrumente zu suchen sein. Drei Puncte bestimmen die Lage einer Ebene und der vierte muss hineingebracht werden. Das kann bei bekannter Collimation ausgeführt werden, doch läuft man Gefahr, dabei andere Fehler zu begehen, auf die wir gleich zurückkommen werden. Zunächst wollen wir die Formeln der vier speciellen Fälle aus der allgemeinen Formel 16 ableiten.

Gauss. Erste Hauptlage.

Die erste Hauptlage von Gauss ist diejenige, bei welcher der ablenkende Magnet senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien steht und zwar ausserhalb derjenigen Kraftlinie, welche durch das Centrum des abgelenkten Magneten I geht, wobei die magnetische Axe des ablenkenden Magneten II in ihrer Verlängerung durch das Centrum des abgelenkten I gehen muss. Nach Gauss wäre es die Stellung, wo der ablenkende Magnet in der Horizontalebene magnetisch-westlich oder magnetisch-östlich zum magnetischen Meridian senkrecht steht, wobei seine Axe durch das Centrum des abgelenkten gehen muss. Die erste Hauptlage findet man in der Figur III.

Der ablenkende Magnet II bildet mit der die Centra der Magnete verbindenden Linie den Winkel $\varphi_2 = 0^0$ und der abgelenkte I

den Winkel $\varphi_1 = 90^0 - \psi$. Die Magnete bilden in ihrer Verlängerung einen Winkel $\Delta = \varphi_1 = 90^0 - \psi$. Setzen wir die Werthe

$$\cos \varphi_2 = 1$$

$$\sin \Delta = \sin \varphi_1 = \cos \psi$$

$$\cos \Delta = \cos \varphi_1 = \sin \psi$$

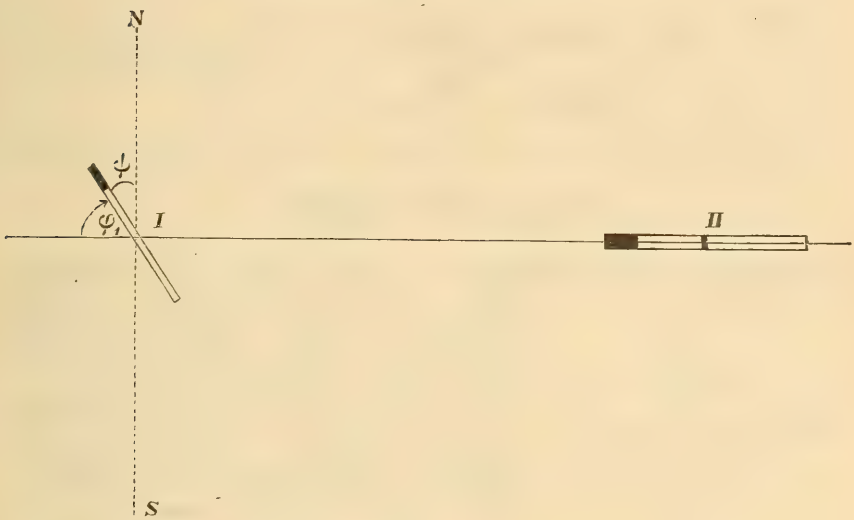


Fig. III.

in die Gleichung 15 ein, so findet man für die erste Hauptlage von Gauss den allgemeinen Ausdruck:

$$K \sin \psi = \frac{M_2}{e^3} \cos \psi \sum_{n=1}^{n=\infty} \sum_{a=1}^{a=n} \sum_{b=1}^{b=a} \sum_{c=0}^{c=b} (-1)^n \frac{(2n)!}{n!\,2^n} \cdot \frac{(r_1^2 + r_2^2)^{n-a}}{(n-a)!\,2^{n-a}} \cdot$$

$$\cdot \frac{r_1^{a-b+c-1} r_2^{b-1}}{(a-b)!\,(b-c)!\,c!} \cdot \frac{1}{e^{2n-2-a+c}} \cdot \sin^{a-b+c-1} \psi \,.\, (a - b + c) \qquad (18)$$

Für die ersten Glieder hat man nachstehende Werthe, wenn man den gemeinschaftlichen Factor $\cos \psi$ auf die linke Seite bringt, wodurch $\operatorname{tg} \psi$ entsteht und diesen Ablenkungen den Namen Tangenten-Ablenkung giebt, und den gemeinschaftlichen Factor 2 der Reihe entnimmt:

$$K \operatorname{tg} \psi = \frac{2M_2}{e^3}\left\{1+\frac{1}{e^2}\left[2r_2^2-3r_1^2(1-5\sin^2\psi)\right]+\cdots\right. \quad (19)$$

$$+\frac{1}{e^4}\left[3r_2^4-15r_2^2r_1^2(1-5\sin^2\psi)+\frac{45}{8}r_1^4(1-14\sin^2\psi+\right.$$

$$\left.+21\sin^4\psi)\right]+\frac{1}{e^6}\left[4r_2^6-42r_2^4r_1^2(1-5\sin^2\psi)+\right.$$

$$+\frac{105}{2}r_2^2r_1^4(1-14\sin^2\psi+21\sin^4\psi)-\frac{35}{4}r_1^6(1-27\sin^2\psi+$$

$$\left.\left.+99\sin^4\psi-\frac{429}{5}\sin^6\psi)\right]+\cdots\cdots\right\}.$$

Gauss. Zweite Hauptlage.

In der zweiten Hauptlage von Gauss steht der ablenkende Magnet II ebenfalls senkrecht zu den Kraftlinien, welche durch das Centrum des Magneten gehen, doch liegt er, wenn die Ablenkungen in der Horizontalebene beobachtet werden, entweder nördlich oder südlich vom abgelenkten. In dem Falle hat man $\varphi_2 = 90^0$, $\varphi_1 = -\psi$ oder $\varphi_1 = 360 - \psi$ und daher $\Delta = 270^0 - \psi$. Für die Formel 15 resp. 16 haben wir alsdann:

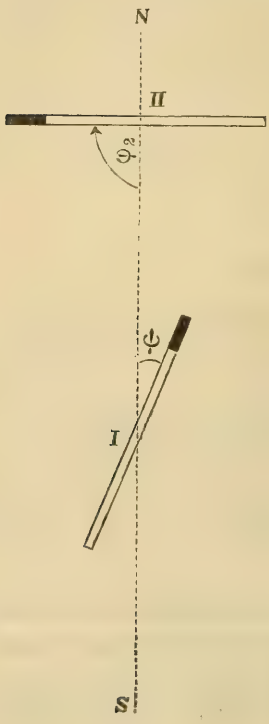


Fig. IV.

$$\cos\varphi_2 = 0$$

$$\cos\varphi_1 = \cos\psi$$

$$\sin\varphi_1 = -\sin\psi$$

$$\sin\Delta = -\cos\psi$$

$$\cos\Delta = -\sin\psi$$

Die Formel 15 hat für die zweite Hauptlage von Gauss folgende Gestalt:

$$K \sin\psi = \frac{M_2}{e^3} \cos\psi \sum_{n=1}^{n=\infty} \sum_{a=1}^{a=n} \sum_{b=1}^{b=a} \sum_{c=0}^{c=b} (-1)^n \frac{(2n)!}{n!\,2^n} \cdot \frac{(r_1^2 + r_2^2)^{n-a}}{(n-a)!\,2^{n-a}} \cdot$$

$$\frac{r_1^{a-b+c-1}\, r_2^{b-1}}{(a-b)!\,c!} \cdot$$

$$\frac{1}{e^{2n-2-a+c}} \cdot \cos^{a-b-2}\psi \,.\, \sin^{c-1}\psi \left[(a-b)\sin^2\psi + c.\cos^2\psi\right] \quad . \quad . \quad (20).$$

Die ersten Glieder dieser Formel lauten:

$$K \operatorname{tg}\psi = \frac{M^2}{e^3} \Big\{ 1 - \frac{1}{e^2}\left[\frac{3}{2} r_2^2 + \frac{3}{2} r_1^2 (1 - 5\cos^2\psi + 10\sin^2\psi)\right] + \tag{21}$$

$$+ \frac{1}{e^4}\Big[\frac{15}{8} r_2^4 + \frac{15}{4} r_2^2 r_1^2 (1 - 7\cos^2\psi + 16\sin^2\psi) +$$

$$+ \frac{15}{8} r_1^4 (1 - 14\cos^2\psi + 21\cos^4\psi - 84\cos^2\psi\sin^2\psi + 28\sin^2\psi)\Big] -$$

$$- \frac{1}{e^6}\Big[\frac{35}{16} r_2^6 + \frac{105}{16} r_2^4 r_1^2 (1 - 9\cos^2\psi + 22\sin^2\psi) +$$

$$+ \frac{105}{16} r_2^2 r_1^4 (1 - 18\cos^2\psi + 33\cos^4\psi - 168\cos^2\psi\sin^2\psi +$$

$$+ 40\sin^2\psi + 24\sin^4\psi) + \frac{35}{16} r_1^6 (1 - 27\cos^2\psi + 99\cos^4\psi -$$

$$- \frac{429}{5}\cos^6\psi + 54\sin^2\psi - 396\sin^2\psi\cos^2\psi + \frac{2574}{5}\sin^2\psi\cos^4\psi)\Big] \cdots \Big\}.$$

Oder:

$$K \operatorname{tg}\psi = \frac{M_2}{e^3} \Big\{ 1 - \frac{1.3}{2^1 e^2}\left[r_2^2 + r_1^2 (1 - 5\cos^2\psi + 10\sin^2\psi)\right] +$$

$$+ \frac{3.5}{2^3.e^4}\Big[r_2^4 + 2 r_2^2 r_1^2 (1 - 7\cos^2\psi + 16\sin^2\psi) + r_1^4 \Big(1 - 14\cos^2\psi +$$

$$+ 21\cos^4\psi + 28\sin^2\psi\,(1 - 3\cos^2\psi)\Big)\Big] -$$

$$- \frac{5.7}{2^4.e^6}\Big[r_2^6 + 3 r_2^4 r_1^2 (1 - 9\cos^2\psi + 22\sin^2\psi) + 3 r_2^2 r_1^4 (1 - 18\cos^2\psi +$$

$$+ 33 \cos^4\psi + 64 \sin^2\psi [1 - 3 \cos^2\psi]) + r_1^6 \Big(1 - 27 \cos^2\psi +$$

$$+ 99 \cos^4\psi - \frac{429}{5} \cos^6\psi + 54 \sin^2\psi (1 - \frac{22}{3} \cos^2\psi +$$

$$+ \frac{143}{15} \cos^4\psi)\Big)\Big] + \cdots\cdots \Big\} \cdots\cdots (22).$$

Die Formeln der beiden Gauss'schen Hauptlagen unterscheiden sich wesentlich dadurch, dass in der ersten Hauptlage (Formel 19) der Gesammtfactor 2 vorkommt, welcher in der zweiten (Formel 21 oder 22) fehlt. Dieses besagt aber, dass die erste Hauptlage zwei Mal für die Beobachtungen günstiger ist, als die zweite, und daher ist die Ablenkung ausserhalb des Meridians beliebter, als bei der Lage des ablenkenden Magneten im Meridian.

Die Formeln 21 und 22 entstehen durch Substitution der oben angegebenen Werthe für φ_1 φ_2 Δ in die Grundformel 16, wobei sich aus der Letzteren unmittelbar sowohl Sinus, als auch Cosinus ergeben. In der Formel 19 für die erste Hauptlage kommen nur Potenzen von Sinus vor, und daher wollen wir auch hier die Formel 21, resp. 22 durch Sinuspotenzen darstellen und auch nur positive Vorzeichen für $\frac{1}{e^n}$ wählen. Mat hat alsdann:

$$K \operatorname{tg} \psi = \frac{M^2}{e^3} \Big\{ 1 + \frac{1}{e^2} \Big[- \frac{3}{2} r_2^2 + 6 r_1^2 \Big(1 - \frac{15}{4} \sin^2\psi\Big)\Big] +$$

$$+ \frac{1}{e^4} \Big[\frac{15}{8} r_2^4 - \frac{15}{4} r_2^2 r_1^2 (6 - 23 \sin^2\psi) + 15 r_1^4 \Big(1 - \frac{21}{2} \sin^2\psi +$$

$$+ \frac{105}{8} \sin^4\psi\Big)\Big] + \frac{1}{e^6} \Big[- \frac{35}{16} r_2^6 + \frac{105}{2} r_2^4 r_1^2 \Big(1 - \frac{31}{8} \sin^2\psi\Big) -$$

$$- 105 r_2^2 r_1^4 \Big(1 - 11 \sin^2\psi + \frac{225}{16} \sin^4\psi\Big) + 28 r_1^6 \Big(1 - \frac{81}{4} \sin^2\psi +$$

$$+ \frac{495}{8} \sin^4\psi - \frac{3003}{64} \sin^6\psi\Big)\Big] \cdots \Big\} \cdots\cdots (23).$$

Der innere Bau der letzten Formel ist nicht so durchsichtig, wie der der Formel 19, wo gleichfalls nur Potenzen von Sinus ψ vor-

kommen und die Zahlencoefficienten in den einzelnen Gliedern sich wiederholen, was in der Formel 23 nicht der Fall ist, obgleich in der Formel 22 in den von r_2 freien Gliedern dieselben Coefficienten vor den Cosinuswerthen stehen, welche in 19 vorkommen.

Lamont. Erste Hauptlage.

Der Unterschied den in Gauss'schen und Lamont'schen Hauptlagen liegt darin, dass der ablenkende Magnet II bei den Gauss'schen senkrecht zum Meridian, bei den Lamont'schen aber senkrecht zum abgelenkten Magnet I steht, wie die nachstehende Figur V zeigt.

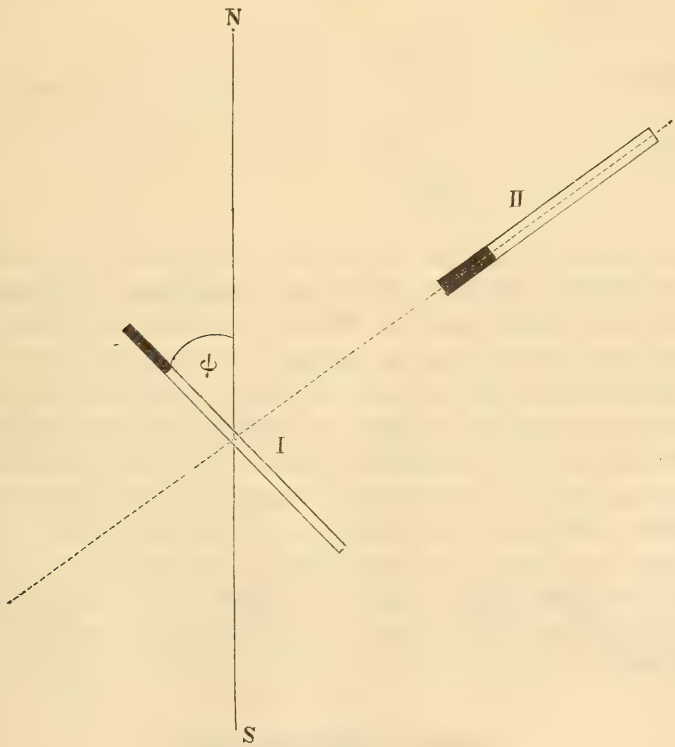


Fig. V.

In diesem Falle ist $\varphi_1 = 90$, $\varphi_2 = 0$ und $\Delta = 90$ und in Folge dessen verschwinden auf der rechten Seite der Gleichung 16 sämmt-

liche trigonometrische Werthe, während auf der linken Leite $\sin\psi$ stehen bleibt und diese Ablenkungen daher auch Sinus-Ablenkungen genannt werden, im Gegensatz zu den Gauss'schen Tangenten-Ablenkungen. Setzt man in die Formel 16 die Werthe:

$$\cos\varphi_1 = 0$$
$$\cos\Delta = 0$$
$$\cos\varphi_2 = 1$$
$$\sin\varphi_1 = 1$$
$$\sin\Delta = 1$$

so erhält man:

$$K.\sin\psi = \frac{2\,M_2}{e^3}\left\{1 + \frac{1}{e^2}\left[2\,r_2^{\,2} - 3\,r_1^{\,2}\right] + \frac{1}{e^4}\left[3\,r_2^{\,4} - 15\,r_2^{\,2}r_1^{\,2} + \right.\right.$$
$$\left.\left. + \frac{45}{8}\,r_1^{\,4}\right] + \frac{1}{e^6}\left[4\,r_2^{\,6} - 42\,r_2^{\,4}r_1^{\,2} + \frac{105}{2}\,r_2^{\,2}r_1^{\,4} - \frac{35}{4}\,r_1^{\,6}\right] + \ldots\right\} \quad (24).$$

Diese Formel lässt sich leicht nach der Formel 19 verificiren. Der Unterschied zwichen den ersten Hauptlagen von Gauss und Lamont liegt darin, dass der Winkel Δ, welchen die beiden Magnete mit einander bilden, bei Lamont 90° beträgt und da in der Gauss'schen Lage $\cos\Delta = \sin\varphi$, so muss in derReihe für die Lamontsche erste Hauptlage $\sin\varphi = 0$ werden oder alle Glieder der rechten Seite der Gauss'schen Formel mit $\sin\psi$ müssen verschwinden, um die Lamont'sche zu geben. In der That lehrt der Vergleich, dass nach Streichung von Gliedern, welche Potenzen von $\sin\varphi$ enthalten, aus der Formel der Gauss'schen Lage die Formel der Lamont'schen folgt. In diesem Sinne könnte man die erste Lamont'sche Hauptlage als speciellen Fall der Gauss'schen betrachten.

Lamont. Zweite Hauptlage.

In der zweiten Lamont'schen Hauptlage steht der ablenkende Magnet II auch senkrecht zum abgelenkten, aber die Axe des abgelenkten I muss durch das Centrum des ablenkenden II gehen,

während in der ersten Hauptlage die Axe des ablenkenden II durch das Centrum des abgelenkten I geht. Die zweite Lamont'sche Hauptlage ersieht man aus der Figur VI.

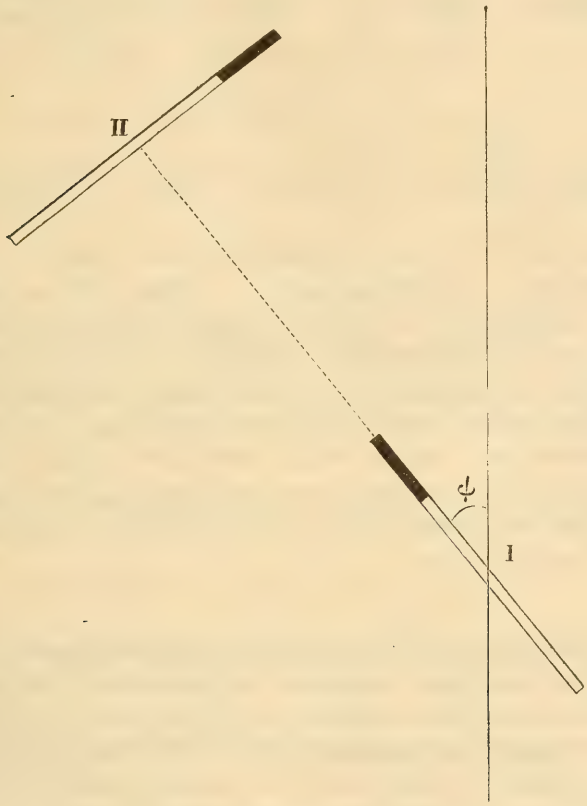


Fig. VI.

In der ersten Hauptlage war $\varphi_1 = 90^0$ und $\varphi_2 = 0$, daher $\Delta = 90^0$, hier ist jedoch $\varphi_1 = 0^0$ und $\varphi_2 = 90^0$ und demzufolge ist Δ nicht 90^0, sondern $\Delta = -90^0$ und wir haben.

$$\cos\varphi_1 = 1$$
$$\cos\varphi_2 = 0$$
$$\cos\Delta = 0$$
$$\sin\varphi_1 = 0$$
$$\sin\Delta = -1.$$

Nach Einführung dieser Werthe in die Formel 17 erhält man folgende Gleichung:

$$K \sin \psi = \frac{M_2}{e^3} \left\{ 1 + \frac{1}{e^2} \left(- {}^3/_2\, r_2{}^2 + 6\, r_1{}^2 \right) + \frac{1}{e^4} \left(\frac{15}{8} r_2{}^4 - \right.\right.$$

$$\left. - \frac{45}{2} r_2{}^2 r_1{}^2 + 15\, r_1{}^4 \right) +$$

$$\left. + \frac{1}{e^6} \left(- \frac{35}{16} r_2{}^6 + \frac{105}{2} r_2{}^4 r_1{}^2 - 105 r_2{}^2 r_1{}^4 + 28 r_1{}^6 \right) + \cdots \right\} \quad (25)$$

Auch diese Formel lässt sich direct aus der Formel 23 anschreiben, wenn wir in derselben $\sin \psi = 0$ setzen. Wenn man beide Formeln unabhängig von einander abgeleitet hat, so ist für die Lamont'sche die Controlle leicht auszuführen, während die Gauss'sche nur theilweise, (die $\sin \psi$ nicht enthaltenden Glieder) durch die Lamont'sche verificirt wird. Selbstverständlich kann sich eine derartige Controlle nur auf die rechte Seite der Formeln erstrecken, denn die linke Seite hängt von der Wirkung des magnetischen Erdfeldes ab und diese hat mit der gegenseitigen Lage der beiden Magnete nichts zu thun.

Diese Coefficienten der Formeln für die Hauptlagen von Gauss und Lamont sind von mehreren Erdmagnetikern abgeleitet und publiciert worden, doch meistentheils mit Druck-oder Rechnenfehlern und es ist schwer zu entscheiden, welche Coefficienten bei den verschiedenen Autoren richtig sind und ebenso schwer ist es, einen Autor zu nennen, der für alle vier Hauptlagen richtige Coefficienten angegeben hat, obgleich die meisten sich mit den Gliedern bis zur Potenz e^{-7} begnügten haben und die Potenz e^{-9} nur von Fritsche und Börgen mitgetheilt wurden. Gauss selbst hat die vollen Formeln für die seinen Namen führenden Hauptlagen niemals veröffentlicht und sein Mitarbeiter Wilhelm Weber hat in Bezug auf die höheren Glieder ungenaue Angaben gemacht. (Siehe Seite 80 der Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1836, herausgegeben von C. F. Gauss und Wilhelm Weber.) Der erste Geophysiker, der sich mit genauen Methoden und Berechnungen im Gebiete des Erdmagnetismus beschäftigte, war La-

mont in München, dessen Namen die übrigen Hauptlagen führen, und dieser Autor giebt für die zweite Hauptlage von Gauss die Formel drei Mal verschieden und zwar lautet der $\frac{1}{e^4}$ enthaltende Theil, wenn $\frac{M_n}{M}$ durch r^n_1 und r^n_2 erstetzt wird:

im Handbuch des Erdmagnetismus, Seite 29:

$$\frac{1}{e^4}\left[\frac{15}{8}r_2^4-\frac{15}{4}r_2^2r_1^2(6-23\sin^2\varphi)+r_1^4\left(15-\frac{315}{4}\sin^2\varphi-\right.\right.$$
$$\left.\left.-\frac{315}{8}\sin^4\varphi\right)\right];$$

im Handbuch des Magnetismus, Seite 282:

$$\frac{15}{8}\cdot\frac{r^4-2r^2r_1^2(6-23\sin^3\varphi)+8r_1^4(1-42\sin^2\varphi-21\sin^4\varphi)}{e^4}$$

oder

$$\frac{1}{e^4}\left[\frac{15}{8}r_2^4-\frac{15}{4}r_2^2r_1^2(6-23\sin^3\varphi)+r_1^4(15-630\sin^2\varphi-315\sin^4\varphi)\right];$$

im Handbuch des Magnetismus, Seite 308:

$$\frac{1}{e^4}\left[\frac{15}{8}r_2^4-\frac{15}{4}r_2^2r_1^2(6-23\sin^2\varphi)+r_1^4(15-\frac{315}{4}\sin^2\varphi-\frac{315}{8}\sin^4\varphi)\right].$$

Keine dieser drei Formeln ist richtig, denn der zweite Theil lautet thatsächlich:

$$r_1^4\left(15-\frac{315}{2}\sin^2\phi+\frac{1575}{8}\sin^4\phi\right).$$

Während Lamont den zweiten Theil dieser Formel alle Mal unrichtig wiedergiebt, hat Börgen in seiner Arbeit „Ableitung des Ausdrucks für die Ablenkung einer Magnetnadel durch einen Magnet, dessen Lage im Raume eine beliebige sein kann“ (aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, XIV. Jahrg. 1891, № 2), Seite 6, im ersten Theil angegeben:

$$\frac{1}{e^4}\left[\frac{15}{8}r_2^4-\frac{15}{4}\left(6-\frac{23}{4}\sin^2\varphi\right)\cdots\right];$$

also $6 - \frac{23}{4} \sin^2\varphi$ anstatt $6 - 23 \sin^2\varphi$. In derselben Arbeit, Seite 3, ist auch die Formel:

$$M'x \sin\varphi = - \iint \ldots . \, dm \, dm'$$

fehlerhaft, indem im Zähler der Ausdruck $xx' \sin(\beta - \varphi)$ offenbar lauten muss:

$$xx' \sin(\beta - \varphi) \sin\psi$$

und wenn man die Ableitung nicht sehr genau verfolgt, so kann man durch Ausfall von $\sin\psi$ die richtigen Ausdrücke für die Hauptlagen nach Börgen nicht ermitteln. Derselbe Autor hat in einer späteren Arbeit „Allgemeiner Ausdruck für die Coefficienten der Formel für die Ablenkung einer Magnetnadel durch einen Ablenkungsstab in beliebiger Lage", in Terrestrial Magnetism, October 1896, Vol. I, № 4, Seite 186, die Formel für die erste Gauss'sche Hauptlage auch ungenau angegeben, weil in Folge eines offenbaren Druckfehlers in dem Gliede $\frac{1}{e^2}$ der Ausdruck $3 \frac{M'_3}{M} (1 - \sin^2\varphi)$ kein Vorzeichen hat, welches also $+$ oder $-$ sein kann, und dann ist der Zahlencoefficient in dem Ausdruck $\frac{1}{e^6}$ in der Klammer mit $- \frac{35}{4} \frac{M'_7}{M}$ für $\sin^4\varphi$ mit 105 angegeben, während er den Werth 99 hat.

In Anbetracht dieser Ungenauigkeiten bei Autoren, welche die Grundformeln selbständig ableiten, ist es gar nicht auffallend, wenn Praktiker die fertigen Formeln unrichtig abschreiben und benutzen. Auch ein flüchtiger Ueberblick über die Ableitung der Formeln kann nicht vor unrichtigen Formeln schützen. Lamont z. B. giebt für die erste Hauptlage seines Namens auf 5 aufeinanderfolgenden Seiten seines Handbuches des Erdmagnetismus diese Formeln drei Mal bei verschiedenen Gelegenheiten nnd alle drei Formeln sind verschieden und sind im Druckfehler-Verzeichniss nicht berichtigt. Wir finden:

$$\text{Seite } 26 = \frac{1}{e^2}\left(2\frac{M_3}{M} - 3\frac{M_3'}{M'}\right) \cdots + \frac{1}{e^4}\left(3\frac{M_5}{M} - 15\frac{M_3 M_3'}{MM'} + \frac{45}{8}\frac{M_5'}{M'}\right)$$

$$\text{Seite } 30 = \frac{1}{e^2}\left(2\frac{M_3}{M} + 3\frac{M_3'}{M'}\right) + \frac{1}{e^4}\left(3\frac{M_5}{M} - 15\frac{M_3 M_3'}{MM'} + \frac{45}{8}\frac{M_5'}{M}\right)$$

$$\text{Seite } 31 = \frac{1}{e^2}\left(2\frac{M_3}{M} - 3\frac{M_3'}{M'}\right) + \frac{1}{e^4}\left(3\frac{M_5}{M} - 15\frac{M_3 M_3'}{M.M'} + \frac{45}{4}\frac{M_5'}{M'}\right).$$

Niemand wird Lamont den Vorwurf machen können, dass er die ersten Glieder seiner Formel nicht gekannt hätte. Selbst ein solches Lehrburch, wie „Traité de Magnétisme terrestre“ von E. Mascart bringt Seite 114 den Coefficienten von r_1^4 im Ausdruck für $\frac{1}{e^4}$ in der zweiten Hauptlage von Gauss.

$$(1 - 42 \sin^2\phi - 21 \sin^4\phi)$$

anstatt (unsere Formel 23)

$$\left(1 - \frac{21}{2} \sin^2\phi + \frac{105}{8} \sin^4\phi\right)$$

Solche Fehler sind Correcturfehler, aber deswegen nicht weniger irreführend, während andere Druckfehler in den Formeln, wie z. B. bei Lamont im Handbuch des Erdmagnetismus, Seite 28, unten, wo anstatt $\frac{1}{2} e^3 \frac{X}{M} \operatorname{tg}\varphi$ gedruck ist: $\frac{1}{2} e^3 \frac{M}{X} \operatorname{tg}\varphi$, oder in derselben Formel, wo anstatt $\frac{45}{8}$ stehen muss $\frac{45}{8} \frac{M'_5}{M'}$, auch bei flüchtigem Durchsehen auffallen und geben daher zu Irrthümern wenig Anlass.

Gauss spricht in seiner Abhandlung: „Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata“ (1832) darüber, dass das Gesetz der magnetischen Anziehung und Abstossung sich nur auf die einzelnen Elemente des freien Magnetismus bezieht und die Gesammtwirkung eines magnetischen Körpers sich anders verhält und erst bei sehr grossen Entfernungen sich dem Grenzwerthe nähert. Damals hat Gauss mit Magneten gearbeitet, die sehr lang und sehr schwer waren und bei den modernen kleinen Magneten liegt dieser Grenzwerth heute näher, als vor 78 Jahren. Kaum 4 Jahre nach dem Vortrage von Gauss über diesen Gegenstand in der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften fand Wilh. Weber es für möglich, die Entfernung bei den Ablenkungen soweit einzuschränken, dass er die „Beschreibung eines kleinen Apparats zur Messung des Erdmagnetismus nach absolutem Maas für Reisende“ in den Resultaten des magnetischen Vereins im Jahre 1836, Seite

63—89, veröffentlichen konnte und in dieser sich mit der Anforderung begnügte, dass 100 mm. lange Magnete von einander 300 Millimeter entfernt waren. Er hatte Winkelwerthe von mehr als 22°.

Lamont blieb bei den kleinen Instrumenten, schon weil seine Methode dies erforderte, aber dafür gab er den Gesetzen der magnetischen Anziehung und Abstossung ein neues Bild in den unbestimmten Coefficienten $\frac{M_r}{M}$, welche das Verhältniss der Summen der magnetischen Elemente $V\,dm$ und $V'\,dm'$ in den einzelnen Gliedern der Ablenkungsreihe darstellen, wobei das Integral $\Sigma V x dm$ das magnetische Moment ist, wenn x die Coordinate der Länge bedeutet. Die Integrale $\Sigma V x^{2n \pm 1} dm$ sind gewissermassen magnetische Momente höherer Ordnung. Bei symmetrischer Vertheilung des Magnetismus werden die graden Potenzen $\Sigma V x^{2n} dm$ gleich Null. Soweit mir bekannt, hat Lamont diese Frage zuerst in der Abhandlung „Bestimmung der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus nach absolutem Maase“ in den Abhandlungen d. II. Cl. d. Ak. d. Wiss. III Band, Abth. III, Seite 636 bis 638 behandelt. Im Jahre 1842 gab Lamont eine Methode an, um durch eine Combination von Ablenkungen Ost und West mit Ablenkungen Nord und Süd das zweite Glied in der Reihe zu eliminiren, in so weit dieses Glied vom Ablenkunsmagnet abhängt. Angewandt wurde diese Methode in „Resultate des magnetischen Observatoriums in München“ in Abhandlungen der II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. V. Bd. I. Abth. Die höheren magnetischen Momente blieben unbestimmt. In seinem 1849 erschienen Lehrbuch des Erdmagnetismus definirt Lamont die Grössen M_{2n+1} durch $k\int x^{2n \pm 1} dm$, wobei die graden Potenzen nicht nur wegen symmetrischer Vertheilung des Magnetismus fortfallen, sondern auch deshalb, weil sämmtliche gerade Potenzen von x sich aufheben. Die Ableitungen der Formeln wurden von Lamont nur für die Hauptlagen gegeben, während spätere Autoren: Kowalsky in seiner Arbeit „Der nördliche Ural“, Riecke in Poggendorff's Annalen, Bd. 149, und Wiedemann's Annalen, Bd. VIII, Börgen in obengenannter Arbeit im Archiv der Seewarte und später in Terrestrial Magnetism, Vol I, № 4, October 1896, Fritsche in der Abhandlung „Ueber die Bestimmung der geographischen Länge und Breite und der drei Elemente des Erdmagnetismus“ (Petersburg, 1893)

und Шебуевъ in der Abhandlung „Объ опредѣленіи величины и направленія силы однороднаго магнитнаго поля“ (Kasan, 1888), sich von den Specialfällen der Hauptlagen frei machten und allgemeine Formeln aufstellten, dabei aber die Verhältnisse der Momente $\frac{M_n}{M}$ beibehielten. Kowalsky und Fritsche haben Annahmen über die Vertheilung des Magnetismus in den Magneten gemacht und sich dadurch von den Verthältnissen $\frac{M_n}{M}$ frei gemacht. Börgen dagegen gab in der letzten Abhandlung, Seite 184, diesen Verhältnissen die folgende physikalische Bedeutung: Diese Grössen können als gerade Potenzen der Poldistanz angesehen werden, wobei unter den Polen eines Magnets diejenigen Puncte zu verstehen sind, in welchen man sich den ganzen Magnetismus jeder Stabhälfte vereinigt denken kann, um dieselbe Fernwirkung zu erhalten, wie durch die wirkliche Vertheilung des Magnetismus im Stabe.

Eine andere Richtung der Untersuchungen der magnetischen Ablenkungen besteht in der Methode der Potentiale und Airy hat im Jahre 1870 in seinem Buch „Ueber den Magnetismus“ (deutsche Uebersetzung von Tietjen) sowohl die Methode der Potentiale behandelt, als auch die Annahme gemacht, dass der Magnetismus nicht auf zwei Pole eines Magneten beschränkt, sondern nach irgend einem Gesetz durch die ganze Länge desselben vertheilt ist. Die letztere Annahme ist bisher über allgemeine Symbole nicht hinausgekommen und selbst Lamont, der im Jahre 1849 in seinem Handbuch des Erdmagnetismus bis zum letzten Abschnitt diese unbestimmten Symbole benutzte, hat im Jahre 1866 im Handbuch des Magnetismus dieselben gar nicht beachtet und sich nur der Polpuncte bedient. Seitdem sind Andere auf dieser Bahn gegangen und haben die Methode der Potentiale der Polpuncte angewandt, und ein Vergleich der die Symbole $\frac{M_{2p\pm1}}{M}$ enthaltenden Formeln mit den oben für alle vier Hauptlagen abgeleiteten Formeln zeigt, dass

$$\frac{M_{2p+1}}{M}\,\frac{M'_{2q+1}}{M} \text{ und } r_2^{2p}\, r_1^{2q}$$

identisch sind. Daher ist auch die Einführung einer Annahme über

das Verhältniss der Poldistanz zur Magnetlänge im Verlauf der Ableitung der Formeln, wie Kowalsky und Fritsche es gethan haben, nicht nothwendig und unzweckmässig, da man im Gegentheil, nach dem Vorgang von Börgen aus den Endformeln Methoden zur Bestimmung dieses Verhältniss ableiten kann.

Unabgelenkte Gleichgewichtslage.

I.

Sämmtliche Glieder der Formel 16 enthalten auf der rechten Seite entweder $\sin\Delta$ oder $\sin\varphi_1$ und wenn gleichzeitig $\sin\Delta$ und $\sin\varphi_1$ gleich Null sind, so wird die rechte Seite gleich Null und wir erhalten aus der Formel 16 die Gleichung

$$K \sin\varphi = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 26$$

Der Werth K kann nur dann 0 werden, wenn die Beobachtung in einer zu den Kraftlinien senkrechten Ebene gemacht wird, andernfalls ist K als Componente oder als ganze Intensität, eine positive Grösse. Die Gleichung 26 kann nur dann bestehen, wenn $\sin\varphi = 0$ oder $\varphi = 0$ wird. In dem Falle haben wir für den „abgelenkten" Magnet die Ablenkung 0, gleichviel welche Dimensionen die beiden Magnete haben mögen und wie gross auch die Entfernung zwischen den beiden Magneten sein mag. Diese Lage ist in Bezug auf r_1 r_2 und e indifferent. Es ändert sich nur die Directionskraft, während die Richtung unverändert bleibt. Diese Richtung wird durch

$$\Delta = 0^0 \text{ oder } \Delta = 180^0$$
$$\varphi_1 = 0^0 \text{ oder } \varphi_1 = 180^0$$

bedingt und dem entsprechend ist in dem Falle $\varphi_2 = 0^0$ oder 180, oder der ablenkende Magnet II und der abgelenkte I bilden mit der Verbindungslinie ihrer Centra die Winkel 0^0 oder 180^0. In dem Falle stehen also beide Magnete im Meridian so zu sagen hinter einander. Diese Gleichgewichtslage wird benutzt, um die Lage der magnetischen Axe des abgelenkten Magneten I zu bestimmen, wie z. B. bei den Empfindlichkeits-Bestimmungen von Variations-Apparaten.

II.

Sämmtliche Glieder der Formel 16 enthalten auf der rechten Seite entweder $\sin\Delta$ oder $\cos\varphi_1$ oder $\cos\varphi_2$ und wenn diese Glieder Null werden, so haben wir ebenfalls.

$$K \sin\varphi = 0$$

und somit eine Lage des unabgelenkten Gleichgewichts und diese besteht bei allen Werthen von e, r_1 und r_2. Soll $\sin\Delta = 0$ werden, müssen φ_1 und φ_2 gleiche oder um 180^0 verschiedene Werthe haben und damit ihre Cosinuse Null werden, muss sein:

$$\varphi_1 = 90^0 \text{ und } \varphi_2 = 90^0 \text{ resp. } 270^0.$$

Hieraus folgt, dass parallele Magnete, wenn die magnetischen Axen zu der die Centra der Magnete verbindenden Linie senkrecht stehen, keine ablenkende Wirkung ausüben. Sowohl der Fall I, als auch II kommen in Betracht, wenn zwei Magnete in Instrumenten so aufgestellt werden müssen, dass sie sich gegenseitig nicht ablenken. Parallele Magnete wirken auf einander nur dann nicht ablenkend, wenn sie senkrecht auf derjenigen Linie stehen, welche ihre Centra verbindet, also wenn $\varphi_1 = 90^0$ und $\varphi_2 = 90^0$ resp. 270^0 beträgt. In allen andern Lagen besteht ein Drehungsmoment für parallele Magnete und kein Gleichgewicht ohne Ablenkung.

III.

Der dritte Fall von gegenseitiger Lage von Magneten, die einander nicht ablenken, hat practische Anwendung gefunden und zwar in der Börgen'schen Methode den Polabstand eines Magneten zu bestimmen. Diese Lage ist von Lamont in seinem Handbuch des Erdmagnetismus, Seite 34, § 26, c und von Börgen in drei Abhandlungen behandelt worden, nämlich in den beiden S. 83 u. 84 bereits citierten und in der Arbeit „Ueber eine neue Methode zur Bestimmung des Polabstandes eines Magnets", in den Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie, Heft II und III, 1891.

Wenn der ablenkende Magnet II senkrecht zur Richtung der Axe des abgelenkten I steht, aber nicht in den Hauptlagen von

Lamont, sondern, indem die Axe des ablenkenden, die Richtung des abgelenkten ausserhalb des Letztern schneidet, wie aus der Figur VII ersichtlich ist, so haben wir diese Lage.

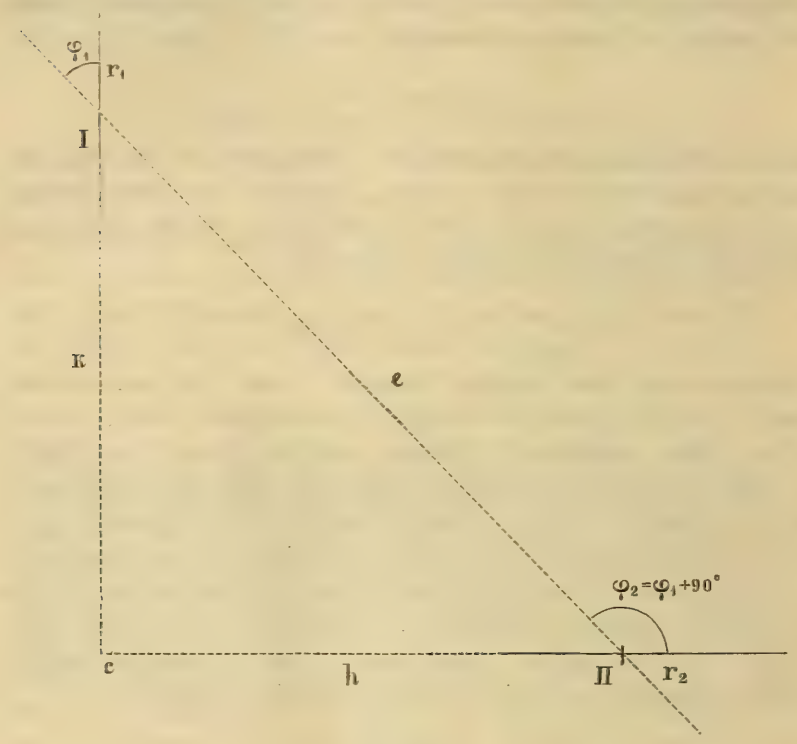


Fig. VII.

Die Entfernung des Centrums des Magneten II von der Axenrichtung des Magnets I sei h und die Linie h treffe die Axenrichtung im Puncte c in der Entfernung k vom Centrum des Magneten I. Man sieht, dass $h = e \sin \varphi_1$ und $k = e \cos \varphi_1$ ist. Der Winkel φ_2 hat den Betrag $\varphi_1 + 90^0$, da beide Magnete zu einander senkrecht stehen. Wir haben demnach für die Formel 16

$$\sin \Delta = -1$$
$$\cos \Delta = 0$$
$$\cos \varphi_2 = -\sin \varphi_1$$

und nach Einsetzung dieser Werthe findet man:

$$K \sin \psi = \frac{M}{e^3} \Big\{ (1 - 3 \sin^2 \varphi_1) - \frac{1}{e^2} \Big[r_2^2 \Big({}^3/_2 - 15 \sin^2 \varphi_1 + \frac{35}{2} \sin^4 \varphi_1 \Big) +$$

$$+ r_1^2 \Big(-6 + \frac{105}{2} \sin^2 \varphi_1 - \frac{105}{2} \sin^4 \varphi_1 \Big) \Big] +$$

$$+ \frac{1}{e^4} \Big[\Big(\frac{15}{8} - \frac{315}{8} \sin^2 \varphi_1 + \frac{945}{8} \sin^4 \varphi_1 - \frac{693}{8} \sin^6 \varphi_1 \Big) r_2^4 +$$

$$+ \Big(-\frac{45}{2} + \frac{1785}{4} \sin^2 \varphi_1 - 1260 \sin^4 \varphi_1 + \frac{3465}{4} \sin^6 \varphi_1 \Big) r_1^2 r_2^2 +$$

$$+ \Big(15 - \frac{525}{2} \sin^2 \varphi_1 + \frac{5355}{8} \sin^4 \varphi_1 - \frac{3465}{8} \sin^6 \varphi_1 \Big) r_1^4 \Big] \ldots \Big\} \ldots \quad (27)$$

Die Zahlencoefficienten sind von Lamont im Handbuch des Erdmagnetismus, Seite 34 und in allen drei Abhandlungen von Börgen mitgetheilt worden, wobei dort wieder Druck- und Rechnenfehler sie entstellt haben. Auch die Schreibweise ist dort etwas anders, worauf gleich zurückzukommen ist.

Wenn man in der Figur VII den Magnet II in der Richtung der Linie h bewegt, so wird man zwei Stellen, eine rechts, die andere links vom Magnet I, finden, wo die ablenkende Wirkung aufgehoben wird. In dem Falle steht der abgelenkte I im Meridian. Diese Lage bedingt, dass die rechte Seite der Gleichung 27 gleich Null wird, doch ist die Formel 27 nicht so einfach gestaltet, um aus derselben den entsprechenden Winkel φ_1 leicht ableiten zu können. Da aber diese Formel für die Aufstellung der Variations-Apparate, Unifilarmagnet im Meridian und Bifilarmagnet senkrecht zum Meridian, sehr wichtig ist, so hat Lamont die erste Annäherung darin gefunden, dass er Seite 39 und 40 nur das erste Glied Null werden lässt, nämlich

$$1 - 3 \sin^2 \varphi_1 = 0,$$

woraus der Winkel $\varphi_1 = 35^0 16'$ folgt. Soll der Bifilar-Magnet den Unifilarmagnet nicht ablenken, dann muss die Linie e in der Figur VII mit dem Meridian den Winkel $\varphi_1 = 35^0 16'$ bilden. Unsere Formel 27 zeigt, dass diese Annäherung nur für grössere Entfernungen bei kleinen Magneten genügend ist, denn das zweite Glied giebt anstatt Null:

$$\frac{1}{e^2} [1{,}55\, r_2^2 - 0{,}22\, r_1^2] .$$

Ausser dieser Nutzanwendung der Formel 27 hat Börgen sie für eine neue Methode der Bestimmung der Poldistanzen eines Magneten benutzt, welche im Folgenden besteht. Man ermittelt bei einer gegebenen Entfernung k die Entfernung h, bei welcher der Magnet II den Magnet I nicht ablenkt, wobei der Winkel φ_1 aus k und h sich ergiebt. Wir wollen unserer Formel 27 eine Gestalt geben, die mit der Formel von Börgen vergleichbar ist; wir setzen $\frac{K \sin\psi\, e^3}{M} = 0$, multipliciren mit — 1 und erhalten alsdann:

$$0 = 3\sin^2\varphi_1 - 1 + \frac{r_2^2}{e^2}\left(\frac{3}{2} - 15\sin^2\varphi_1 + \frac{35}{2}\sin^4\varphi_1\right) +$$
$$+ \frac{r_1^2}{e^2}\left(-6 + \frac{105}{2}\sin^2\varphi_1 - \frac{105}{2}\sin^4\varphi_1\right) +$$
$$+ \frac{r_2^4}{e^4}\left[-\frac{15}{8} + \frac{315}{8}\sin^2\varphi_1 - \frac{945}{8}\sin^4\varphi_1 + \frac{693}{8}\sin^6\varphi_1\right] +$$
$$+ \frac{r_2^2 r_1^2}{e^4}\left[\frac{45}{2} - \frac{1785}{4}\sin^2\varphi_1 + 1260\sin^4\varphi_1 - \frac{3465}{4}\sin^6\varphi_1\right] +$$
$$+ \frac{r_1^4}{e^4}\left[-15 + \frac{525}{2}\sin^2\varphi_1 - \frac{5355}{8}\sin^4\varphi_1 + \frac{3465}{8}\sin^6\varphi_1\right] + \ldots \quad (28)$$

Unsere Schreibweise unterscheidet sich von der Börgen'schen nur dadurch, dass er

$$\text{für } \sin^n\varphi_1 \text{ durchweg } \frac{h^n}{e^n}$$

schreibt und ausserdem unsere halbe Poldistanzen r_1 und r_2 durch die Lamont'sche Bezeichnung $\frac{M_r}{M}$ wiedergiebt. Es ist daher

$$\frac{M_3}{M} = r_2^2 \qquad \frac{M'}{M'} = r_1^2$$
$$\frac{M_5}{M} = r_2^4 \qquad \frac{M_3 M_3'}{M \,.\, M'} = r_1^2 r_2^2 \qquad \frac{M_5'}{M'} = r_1^4 .$$

Die Grössen $\frac{M_3'}{M'}$, $\frac{M_5'}{M'}$ und $\frac{M_5}{M}$, oder nach unserer Bezeichnung r_1^2, r_1^4 und r_2^4, werden dadurch ermittelt, dass nach Kohlrausch und Hallock der Polabstand zu $^5/_6$ der Länge des Magnets ange-

nommen und in die Formel eingeführt wird, um dann $\frac{M_3}{M}$ abzuleiten.

Nach meiner Ansicht enthält diese Methode eine Ungenauigkeit, denn Börgen selbst erklärt ausdrücklich (Seite 184, Terrestrial Magnetism, Vol. I, № 4, October 1896), dass die physikalische Bedeutung von $\frac{M_r}{M}$, $\frac{M_r'}{M'}$ nach den bisherigen Untersuchungen in der Relation

$$\frac{M_r}{M} = \left(\frac{d_2}{2}\right)^{r-1} \text{ und } \frac{M_r'}{M'} = \left(\frac{d_1}{2}\right)^{r-1}$$

liegt und diese Grössen als gerade Potenzen der halben Poldistanz d_s, resp. d_n angesehen werden können und er bestimmt auch $\frac{M'_3}{M'}$, $\frac{M'_5}{M'}$ und $\frac{M_5}{M}$ auf diese Weise. Thatsächlich kommt die Börgen'sche Methode auf die folgeude Formel hinaus:

$$0 = 3\sin^2\varphi_1 - 1 + \frac{Ar_2^2}{e^2} + \frac{Br_1^2}{e^2} + \frac{Cr_2^4}{e^4} + \frac{Dr_2^2r_1^2}{e^4} + \frac{Er_1^4}{e^4} \quad . \; . \; . \; (29)$$

Für diese Formel werden die Grössen der Poldistanz r_1^2, r_2^4, $r_2^2r_1^2$ und r_1^4 nach der Kohlrausch-Hallock'schen Untersuchung aus der Magnetlänge berechnet und in die Formel 29 eingesetzt, um aus derselben Formel alsdann $r_2^2 = \frac{M_3}{M}$ zu bestimmen und mit der Magnetlänge zu vergleichen. Bei diesem Verfahren kann man kein genaues Verhältniss der Magnetlänge zur Poldistanz finden, denn das Resultat für r_2^2 hängt zu sehr von dem Magnet I und dem für r_1^2, r_1^4, $r_1^2r_2^2$ und r_2^4 angenommenen Verhältniss der Poldistanz zur Magnetlänge ab. Diese Methode wäre genau, wenn die Glieder mit r_2 fortfielen, da aber $\frac{h}{e}$ oder $\sin\varphi = \sin 35^0$ ist, so ist das ein Hinweis darauf, dass der Magnet I in den Formeln seinen Einfluss äussert. Bei den Versuchen von Dr. Börgen hatten die Coefficienten A und B folgende Werthe:

$$A = -1{,}6022 \text{ und } B = -5{,}9209.$$

Diese und alle übrigen Coefficienten in der Formel sind nur Summen von geraden Potenzen von Sinus φ_1, der aus dem ersten Gliede annäherend bekannt ist, und daher werden die Grössen sich nicht wesentlich verändern und die Annahme von $^5/_6$ nach anderen Untersuchungen ist für das Resultat massgebend. Aus dem Grunde ist die Börgensche Methode nicht sehr genau.

IV.

Mit der Frage der unabgelenkten Gleichgewichtslage beschäftigten sich ausser Gauss, Weber und Lamont, noch Lloyd und Weihrauch. Als zu den älteren Variations-Instrumenten, Unifilar und Bifilar, das Instrument für die Vertical-Componente hinzukam, wurde diese Frage noch dringlicher und auch verwickelter, da nun die gegenseitige Einwirkung dreier Magnete auf Null zu bringen war. Mit dieser Frage hat sich Lloyd im Jahre 1843 in der Abhandlung: „On the mutual action of permanent magnets“ in „Transactions of the Royal Irish Academy“, Vol. XIX, beschäftigt. Die Mängel der Lloyd'schen Untersuchung wurden 40 Jahre später von Prof. Dr. K. Weihrauch aufgedeckt. Letzterer hat in der Arbeit „Ueber die gegenseitige Einwirkung permanenter Magnete“ in den „Nouveaux Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou“, T. XIV, livr. 4, sowohl zwei, als auch drei Magnete untersucht, hauptsächlich letztere für die Aufstellung der Variations-Instrumente. Weihrauch hat auch bei zwei Magneten, ausser der Lage, die Bedingungen stabilen und labilen Gleichgewichts in der nicht abgelenkten Lage untersucht. Der besondern Bedingung, Unifilar-Magnet im magnetischen Meridian und Bifilar-Magnet senkrecht zum Meridian, entsprechend, beschäftigte sich Weihrauch bei zwei Magneten nur mit der sub III vorstehend behandelten Frage perpendiculärer Magnete und nur mit Rücksicht auf das erste Glied mit $1 - 3 \sin \varphi^2$.

Zu Zeiten Gauss und Weber's war es genügend sich auf das erste Glied der Formel 16 zu beschränken und dieses Glied allein betrachtet, giebt den Ausdruck

$$\frac{Ke^3 \sin \psi}{M_2} = 0 = - \sin \Delta + 3 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 ,$$

woraus für $\Delta = \varphi_2 - \varphi_1$ folgt

$$2 \operatorname{tg} \varphi_1 = - \operatorname{tg} \varphi_2 .$$

Diese Relation hat Gauss in einer einfachen geometrischen Construction (Figur VIII) gegeben. Wenn die Centra der Magnete I und II durch die Linie I II verbunden und diese Verbindungs-

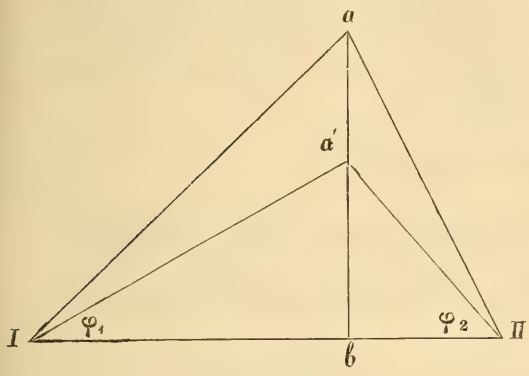


Fig. VIII.

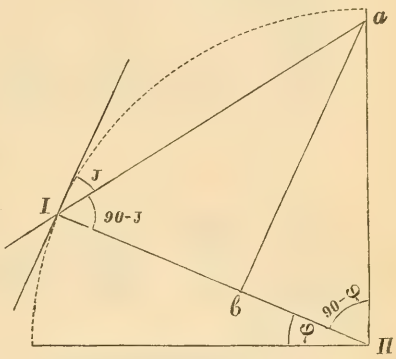


Fig. IX.

linie in 3 Theile getheilt wird, so dass I b = 2 (b II), so hat man aus dem Dreieck I II a oder beliebig I II a′ bei gemeinsamer Senkrechten ab

$$\operatorname{cotg} \varphi_1 = 2 \operatorname{cotg} \varphi_2$$

oder

$$2 \operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi_2 .$$

Weber hat diesen Satz in einer Fussnote in dem Aufsatz „Bemerkungen über die Einrichtung und den Gebrauch des Bifilar-Magnetometers“, Seite 22—24, in den „Resultaten des magnetischen Vereins“ im Jahre 1837 als von Gauss angegeben, veröffentlicht und in denselben „Resultaten“ für 1840, Seite 33 und 34, hat Gauss den Satz vervollständigt. Diese Gleichgewichtslage ist von Prof. Svante Arrhenius in seinem Lehrbuch der kosmischen Physik sehr anschaulich für die Abhängigkeit der Inclination I von der geographischen Breite φ in Figur IX dargestellt worden. Nach dieser Figur hat man beim Vergleich mit Figur VIII

$$2 \operatorname{tg} (90 - \mathrm{I}) = \operatorname{tg} (90 - \varphi)$$

oder

$$2 \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \mathrm{I} .$$

Ich kann hier auf die Frage des Zusammenhanges der Inclination mit der Breite nicht näher eingehen, zumal ich dieselbe in einer früheren Arbeit „О географическомъ распредѣленіи нормальнаго и анормальнаго геомагнетизма“, in den „Ученыя Записки Имп. Московскаго Университета, Отдѣлъ Физико-Математическій“, Band 16, Seite 107 bis 113 und 122 bis 126 ausführlich behandelt habe. Die letztere Formel ist jedoch vor Gauss empirisch und theoretisch aufgestellt worden: von Krafft 1809, Bowditch, Biot 1816, Hansteen 1819, Simonoff 1837. Krafft hat diese Formel nach den Beobachtungen sogar ergänzt und fand:

$$\operatorname{tg} I = 2{,}12 \operatorname{tg} \varphi.$$

Gauss erwähnt in seiner „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus“, Seite 3, diesen Satz, als Bestandtheil der einfachsten Hypothese, ohne später ihn mit dem obengegebenen in Verbindung zu bringen.

Die Gleichgewichtslage

$$2 \operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi_2$$

ist nur eine erste Annäherung; in der That geben die höheren Glieder andere Resultate, wenn man $2 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 = \sin \varphi_2 \cos \varphi_1$ setzt. Soll eine genauere Relation zwischen φ_1 und φ_2 bei dieser Gleichgewichtslage ermittelt werden, so müssen alle Glieder der Formel 16 Null werden, was in den Fällen I und II durch specielle Winkelwerthe erreicht wurde, die in allen Gliedern als gemeinsame Factoren vorkamen und durch ihren Nullwerth auch alle Glieder einzeln auf Null reducierten. Hier ist das nicht der Fall. Wenn wir die Formel 16 schreiben

$$K \sin \psi = \frac{M_2}{e^3} \left[a_0 \frac{1}{e^0} + \frac{1}{e^2} (a_2 r_2^2 + b_2 r_1^2) + \frac{1}{e^4} (a_4 r_2^4 + \right.$$
$$\left. + a'_4 r_1^2 r_2^2 + b_4 r_1^4) + \ldots \right],$$

so können nur die Coefficienten a und b Null werden, während verschiedene Potenzen von e, r_2 und r_1 sich gegenseitig im Allgemeinen nicht aufheben. Die Winkelwerthe φ_1 und φ_2 müssen

Werthe annehmen, welche die Coefficienten a und b auf Null bringen und in dem Falle muss gleichzeitig sein:

$$a_0 = a_2 = a_4 \ldots\ldots = 0$$
$$b_2 = b_4 = b_6 \ldots\ldots = 0$$

oder aus dem Gliede mit dem Factor $\frac{1}{e^0}$

$$0 = -\sin\Delta + 3\sin\varphi_1\cos\varphi_2$$
$$0 = 2\sin\varphi_1\cos\varphi_2 + \sin\varphi_2\cos\varphi_1$$

woraus folgt, wie oben

$$2\,\mathrm{tg}\,\varphi_1 = -\,\mathrm{tg}\,\varphi_2 \quad \text{oder} \quad \mathrm{tg}\,\varphi_1 = -\tfrac{1}{2}\,\mathrm{tg}\,\varphi_2.$$

Das zweite Glied mit dem Factor $\frac{1}{e^2}$ lässt sich schreiben:

$$\left.\begin{aligned} -\frac{1}{e^2}\Big[r_2^2\{2\sin\varphi_1\cos\varphi_2(3-5\cos^2\varphi_2) + {}^3/_2\cos\varphi_1\sin\varphi_2(1 - \\ -5\cos^2\varphi_2)\} + r_1^2\{6\sin\varphi_1\cos\varphi_2(1-5\cos^2\varphi_1) + \\ {}^3/_2\cos\varphi_1\sin\varphi_2(11-15\cos^2\varphi_1)\}\Big] \end{aligned}\right\} \quad (30)$$

Soll der Ausdruck (30) den Werth Null annehmen, so muss man die Winkel φ_1 und φ_2 so wählen, dass gleichzeitig nach dem Coefficienten r_2^2

$$2\,\mathrm{tg}\,\varphi_1 = -\,\mathrm{tg}\,\varphi_2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1-5\cos^2\varphi_2}{3-5\cos^2\varphi_2}$$

und nach dem Coefficienten r_1^2

$$2\,\mathrm{tg}\,\varphi_1 = -\,\mathrm{tg}\,\varphi_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{11-15\cos^2\varphi_2}{1-5\cos^2\varphi_2}$$

wird, was durch Wahl der Winkel unmöglich ist. Da bleibt uns das andere Mittel, die Auswahl von Magnetlängen. Schreibt man den Ausdruck 30

$$\frac{-1}{e^2 \cos\varphi_1 \cos\varphi_2}\left[\operatorname{tg}\varphi_1 \left\{ 6 r_2^2 - 10 r_2^2 \cos^2\varphi_2 + 6 r_1^2 - 30 r_1^2 \cos^2\varphi_1 \right\} + \right.$$
$$\left. + \operatorname{tg}\varphi_2 \left\{ \frac{3}{2} r_2^2 - \frac{15}{2} r_2^2 \cos^2\varphi_2 + \frac{33}{2} r_1^2 - \frac{45}{2} r_1^2 \cos^2\varphi_1 \right\}\right],$$

so kann man daraus für den Nullwerth desselben den Ausdruck

$$2 \operatorname{tg}\varphi_1 = - \operatorname{tg}\varphi_2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{r_2^2 - 5 r_2^2 \cos^2\varphi_2 + 11 r_1^2 - 15 r_1^2 \cos^2\varphi_1}{3 r_2^2 - 5 r_2^2 \cos^2\varphi_2 + 3 r_1^2 - 15 r_1^2 \cos^2\varphi_1}$$

anschreiben und derselbe wird nur dann den Werth $2 \operatorname{tg}\varphi_1 = - \operatorname{tg}\varphi_2$ geben, wenn

$$r_1 \sqrt{27 - 15 \cos^2\varphi_1} = r_2 \sqrt{3 + 5 \cos^2\varphi_2} \quad . \; . \; . \; . \quad (31)$$

und wenn dieses Verhältniss nicht besteht, dann ist die Gauss'sche Relation nur eine erste Annäherung.

Die nächsthöheren Glieder können ebenfalls auf die Form

$$2 \operatorname{tg}\varphi_1 = - \operatorname{tg}\varphi_2 \, c$$

gebracht werden, doch werden dieselben so verwickelt, dass ich es vorziehe, dieselben nicht mitzutheilen, auch deshalb weil sie zur Zeit keine Anwendung finden.

Genauigkeit der Ablenkungsbeobachtungen.

Die Genauigkeit der Intensitäts-Bestimmungen wird stets nur an der Hand der Formeln für die betreffende Hauptlage bestimmt, wobei für gewöhnlich die Formel als absolut richtig betrachtet wird, ohne zu bedenken, dass die Bedingungen, welche zur abgekürzten Formel führten, streng erfüllt sein müssen, soll die Formel in aller Strenge anwendbar sein. Eine Untersuchung dieser Frage soll nachstehend in Kürze durchgeführt werden.

Die Formel 17 schreiben wir

$$K \sin\psi = \frac{M_2}{e^3}\left[\frac{p_0}{e^0} - \frac{p_2}{e^2} + \frac{p_4}{e^4} - \frac{p_6}{e^6} + \ldots\right].$$

wobei wir die Coefficienten p_n auf die folgende Form bringen:

$$p_0 = 2 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 + \cos \varphi_1 \sin \varphi_2 \tag{32}$$

$$p_2 = \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 [r_1^2(-6 + 30 \cos^2\varphi_1) + r_2^2(-6 + 10 \cos^2\varphi_2)] +$$
$$+ \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 \left[r_1^2 \left(-\frac{33}{2} + \frac{45}{2} \cos^2\varphi_1 \right) + r_2^2 \left(-\frac{3}{2} + \frac{15}{2} \cos^2\varphi_2 \right) \right] \tag{33}$$

$$p_4 = \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 \left[r_1^4 \left(\frac{45}{4} - \frac{315}{2} \cos^2\varphi_1 + \frac{945}{4} \cos^4\varphi_1 \right) + \right.$$
$$+ r_1^2 r_2^2 \left(\frac{135}{2} - \frac{615}{2} \cos^2\varphi_1 - \frac{195}{2} \cos^2\varphi_2 + \right.$$
$$\left. + \frac{915}{2} \cos^2\varphi_1 \cos^2\varphi_2 + 90 \sin\varphi_1 \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 \cos\varphi_2 \right) +$$
$$\left. + r_2^4 \left(\frac{45}{4} - \frac{105}{2} \cos^2\varphi_2 + \frac{189}{4} \cos^4\varphi_2 \right) \right] +$$
$$+ \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 \left[r_1^4 \left(\frac{435}{8} - \frac{945}{4} \cos^2\varphi_1 + \frac{1575}{8} \cos^4\varphi_1 \right) + \right.$$
$$+ r_1^2 r_2^2 \left(\frac{255}{4} - \frac{345}{4} \cos^2\varphi_1 - \frac{1605}{4} \cos^2\varphi_2 - \right.$$
$$\left. - \frac{2055}{4} \cos^2\varphi_1 \cos^2\varphi_2 + 15 \sin\varphi_1 \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 \cos\varphi_2 \right) +$$
$$\left. + r_2^4 \left(\frac{15}{8} - \frac{105}{4} \cos^2\varphi_2 + \frac{315}{8} \cos^4\varphi_2 \right) \right] \ldots \tag{34}$$

Vorläufig wollen wir die halben Poldistanzen r_1 und r_2 als constant betrachten und nur den Einfluss der Winkel φ_1 und φ_2 auf das Resultat untersuchen. Durch Differentiation erhält man aus 32, 33 und 34 nachstehende Ausdrücke.

$$dp_0 = (2 \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 - \sin \varphi_1 \sin \varphi_2)\, d\varphi_1 +$$
$$+ (\cos \varphi_1 \cos \varphi_2 - 2 \sin \varphi_1 \sin \varphi_2)\, d\varphi_2 \tag{35}$$

$$dp_2 = \left\{ \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \left[-66 r_1^2 - 6 r_2^2 + 90 r_1^2 \cos^2\varphi_1 + 10 r_2^2 \cos^2\varphi_2 \right] + \right.$$
$$\left. + \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 \left[\frac{3}{2} r_1^2 + \frac{3}{2} r_2^2 - \frac{75}{2} r_1^2 \cos^2\varphi_1 - \frac{15}{2} r_2^2 \cos^2\varphi_2 \right] \right\} d\varphi_1 +$$

$$+\left\{\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left[-\frac{33}{2}r_1^2-\frac{33}{2}r_2^2+\frac{45}{2}r_1^2\cos^2\varphi_1+\frac{45}{2}r_2^2\cos^2\varphi_2\right]+\right.$$

$$\left.+\sin\varphi_1\sin\varphi_2\left[6r_1^2+6r_2^2-30r_1^2\cos^2\varphi_1-30r_2^2\cos^2\varphi_2\right]\right\}d\varphi_2 \quad . (36)$$

$$dp_4=\left\{\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left[r_1^4\left(\frac{1305}{4}-\frac{2835}{4}\cos^2\varphi_1+\frac{4725}{4}\cos^4\varphi_1\right)+\right.\right.$$

$$+r_1^2r_2^2\left(\frac{1365}{2}-\frac{1815}{2}\cos^2\varphi_1-\frac{2025}{2}\cos^2\varphi_2+\right.$$

$$\left.+\frac{2715}{2}\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2+180\sin\varphi_1\cos\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_2\right)+$$

$$\left.+r_2^4\left(\frac{45}{4}-\frac{105}{2}\cos^2\varphi_2+\frac{189}{4}\cos^4\varphi_2\right)\right]-\sin\varphi_1\sin\varphi_2\left[r_1^4\left(\frac{435}{8}-\right.\right.$$

$$\left.-\frac{2835}{4}\cos^2\varphi_1+\frac{7875}{8}\cos^4\varphi_1\right)+r_1^2r_2^2\left(\frac{255}{4}-\frac{1035}{4}\cos^2\varphi_1-\right.$$

$$\left.-\frac{1245}{4}\cos^2\varphi_2-\frac{6525}{4}\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2+30\sin\varphi_1\cos\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_2\right)+$$

$$\left.\left.+r_2^4\left(\frac{15}{8}-\frac{105}{4}\cos^2\varphi_2+\frac{315}{8}\cos^4\varphi_2\right)\right]\right\}d\varphi_1+$$

$$+\left\{\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left[r_1^4\left(\frac{435}{8}-\frac{945}{4}\cos^2\varphi_1+\frac{1575}{8}\cos^4\varphi_1\right)+\right.\right.$$

$$+r_1^2r_2^2\left(\frac{3465}{4}+\frac{3765}{4}\cos^2\varphi_1-\frac{4455}{4}\cos^2\varphi_2-\frac{5805}{4}\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2+\right.$$

$$\left.+15\sin\varphi_1\cos\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_2\right)+r_2^4\left(+\frac{435}{8}-\frac{945}{8}\cos^2\varphi_2+\right.$$

$$\left.\frac{1575}{18}\cos^4\varphi_2\right]-\sin\varphi_1\sin\varphi_2\left[r_1^4\left(\frac{45}{4}-\frac{315}{2}\cos^2\varphi_1+\frac{945}{4}\cos^4\varphi_1\right)+\right.$$

$$+r_1^2r_2^2\left(\frac{135}{2}-\frac{585}{2}\cos^2\varphi_1-\frac{585}{2}\cos^2\varphi_2+\frac{2715}{2}\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2+\right.$$

$$\left.+180\sin\varphi_1\cos\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_2\right)+r_2^4\left(\frac{45}{4}-\frac{315}{2}\cos^2\varphi_2+\right.$$

$$\left.\left.\left.+\frac{945}{4}\cos^4\varphi_1\right)\right]\right\}d\varphi_2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (37).$$

Hauptlagen von Gauss.

Wir werden die Ausdrücke 35, 36 und 37 zunächst auf die erste Hauptlage von Gauss anwenden und zu dem Zweck die für diese Lage geltenden Annahmen $\varphi_2 = 0$ und $\varphi_1 = 90^0 - \psi$ einführen. Dann erhalten wir:

$$dp_0 = 2 \sin\psi \, d\varphi_1 + \sin\psi \, d\varphi_2 \tag{38}$$

$$dp_2 = \sin\psi \left(r_1^2 [-66 + 90 \sin^2\psi] + 4 r_2^2 \right) d\varphi_1 + \sin\psi \left(r_1^2 \left[-\frac{33}{2} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{45}{2} \sin^2\psi \right] + 6 r_2^2 \right) d\varphi_2$$

$$dp_4 = \sin\psi \left[\frac{r_1^4}{4} (1305 - 2835 \sin^2\psi + 4725 \sin^4\psi) + r_1^2 r_2^2 (-330 - \right.$$

$$\left. - 900 \sin^2\psi) + 6 r_2^4 \right] d\varphi_1 + \sin\psi \left[\frac{r_1^4}{4} \left(\frac{435}{2} - 945 \sin^2\psi + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{1575}{2} \sin^4\psi \right) + r_1^2 r_2^2 \left(-\frac{495}{2} - 510 \sin^2\psi \right) + \frac{1065}{8} r_2^4 \right] d\varphi_2$$

Für die zweite Hauptlage von Gauss bei $\varphi_2 = 90^0$ und $\varphi_1 = -\psi$ findet man

$$dp_0 = \sin\psi \, d\varphi_1 + 2 \sin\psi \, d\varphi_2$$

$$dp_2 = -\sin\psi \left[r_1^2 \left(\frac{3}{2} - \frac{75}{2} \cos^2\psi \right) + \frac{3}{2} r_2^2 \right] d\varphi_1 -$$

$$- \sin\psi \left[r_1^2 (6 - 30 \cos^2\psi) + 6 r_2^2 \right] d\varphi_2 \quad . \; . \; . \; . \; . \tag{39}$$

$$dp_4 = \sin\psi \left[r_1^4 \left(\frac{435}{8} - \frac{2835}{4} \cos^2\psi + \frac{7875}{8} \cos^4\psi \right) + \right.$$

$$\left. + r_1^2 r_2^2 \left(\frac{255}{4} - \frac{1035}{4} \cos^2\psi \right) + \frac{15}{8} r_2^4 \right] d\varphi_1 +$$

$$+ \sin\psi \left[r_1^4 \left(\frac{45}{4} - \frac{315}{2} \cos^2\psi + \frac{945}{4} \cos^4\psi \right) + \right.$$

$$\left. + r_1^2 r_2^2 \left(\frac{135}{2} - \frac{585}{2} \cos^2\psi \right) + \frac{45}{4} r_2^4 \right] d\varphi_2 .$$

Nach der Gauss'schen Methode, die in der erdmagnetischen Praxis so gut wie gar nicht angewandt wird, sind sehr wenige Beobachtungen ausführlicher veröffentlicht worden, so dass ich mich auf die von Gauss selbst ausgeführten Messungen beschränken muss und gelegentlich meine vierjährigen Beobachtungen in Pawlowsk in den Jahren 1884 bis 1887 heranziehen werde.

Nach den Angaben von Gauss in seiner Schrift „Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata", Art. 23, hatten die Winkel ψ die Werthe

$$\psi_1 = 3^0\,42'\ 19''.4 \text{ bei } e_1 = 1{,}2 \text{ Meter}$$
$$\psi_2 = 1^0\,34'\ 19''.3 \text{ „ } e_2 = 1{,}6 \text{ Meter}$$
$$H = 1.782088 \text{ mgr. mm. sec.}$$

Andere für uns wichtige Data und Methoden der Justirungen sind uns nicht überliefert worden. Ueber die Genauigkeit der Winkelmessung lässt sich nur sagen, dass unsere Winkelmessungen nicht im Entferntesten die Zehntel der Bogensecunde verbürgen können und bei Gauss sind es auch nur Rechnungsgrössen. Wenn wir mit der Poggendorff'schen Spiegel- und Scalenablesung bei 4 Meter Entfernung der Scala (grössere Entfernungen hat Gauss des Raumes wegen nicht benutzen können) in Millimetertheilung und Schätzung der Zehntel-Millimeter $\pm 2'',6$ erreichen, so sind wir damit an der Grenze des Möglichen angelangt, wenn die Declinations-Variation gleichzeitig mit derselben Genauigkeit abgelesen wird. Wir notiren uns noch folgende Werthe nach den obigen Winkeln.

$$\sin\psi_1 = 0.06463;\ \sin^2\psi_1 = 0.00418;\ \sin^4\psi_1 = 0.00017$$
$$\sin\psi_2 = 0.02743;\ \sin^2\psi_2 = 0.00075;\ \sin^4\psi_2 = 0.00000057$$
$$\cos^2\psi_1 = 0.99582;\quad \cos^4\psi_1 = 0.99166$$
$$\cos^2\psi_2 = 0.99925;\quad \cos^4\psi_2 = 0.99849.$$

Nach Einführung dieser Werthe in die Formeln 38 ergiebt sich:

Entfernung $e_1 = 1.2$ Meter

$$dp_0 = 0.12925\, d\varphi_1 + 0.06463\, d\varphi_2$$
$$dp_2 = (-4.2378\, r_1^2 + 0.2584\, r_2^2)\, d\varphi_1 + (-1.0594\, r_1^2 + 0.3876\, r_2^2)\, d\varphi_2$$
$$dp_4 = (20.898\, r_1^4 - 21.561\, r_1^2 r_2^2 + 0.3876\, r_2^4)\, d\varphi_1 + (3.453\, r_1^4 - 16.156\, r_1^2 r_2^2 + 8.604\, r_2^4)\, d\varphi_2.$$

Entfernung $e_2 = 1.6$ Meter.

$$dp_0 = 0.05486\, d\varphi_1 + 0.02743\, d\varphi_2$$
$$dp_2 = (-1.806\, r_1^2 + 0.10932\, r^2_2)\, d\varphi_1 + (-0.451\, r_1^2 + \\ + 0.1646\, r_2^2)\, d\varphi_2$$
$$dp_4 = (8.919\, r_1^4 - 9.0605\, r_1^2 r_2^2 + 0.1646\, r^4_2)\, d\varphi_1 + \\ + (1.485\, r_1^4 - 6.791\, r_1^2 r_2^2 + 3.653\, r_2^4)\, d\varphi_2.$$

Gauss hat die genaue Länge der Magnete nicht angegeben, aber ungefähr 300 Millimeter und zwar waren alle beide Magnete gleich lang. Bei $r_1 = r_2$ erhalten wir:

Entfernung $e_1 = 1200$ mm.

$$dp_0 = 0.12925\, d\varphi_1 + 0.06463\, d\varphi_2$$
$$dp_2 = -3.9794\, r^2\, d\varphi_1 - 0.6718\, r^2\, d\varphi_2$$
$$dp_4 = -0.2754\, r^4\, d\varphi_1 - 4.0991\, r^4\, d\varphi_2.$$

Entfernung $e_2 = 1600$ mm.

$$dp_0 = 0.05486\, d\varphi_1 + 0.02743\, d\varphi_2$$
$$dp_2 = -1.6967\, r^2\, d\varphi_1 - 0.2864\, r^2\, d\varphi_2$$
$$dp_4 = +0.0231\, r^4\, d\varphi_1 - 1.653\, r^4\, d\varphi_2.$$

Diese Werthe zeigen, dass mit den grösseren Entfernungen des ablenkenden Magnets, also durch kleinere Ablenkungswinkel die Sicherheit der höheren Glieder sehr schnell wächst und es ist in jedem Einzelfall wohl zu erwägen, ob es vortheilhaft ist die Fehler der Winkelmessung dadurch zu verkleinern, dass man möglichst grosse Winkel wählt. Wenn wir in unserer Grundformel 16 von der allgemeinen Componente K auf die Horizontal-Componente H übergehen, so haben wir

$$H \operatorname{tg} \phi = \frac{2M}{e^3}\left(\frac{p_0}{e^0} + \frac{p_2}{e^2} + \frac{p_4}{e^4} + \ldots\right)$$

und erhalten daraus durch Differentiation

$$dH = \frac{H dp_n}{e^n}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (40)$$

Den Werth für H fand Gauss zu 1.782088 mgr. mm. sec. Die

absoluten Messungen sollen heutzutage mit einer Genauigkeit von ± 0.00001 mgr. mm. sec. ausgeführt werden und mit diesem Werth findet man als obersten Grenzwerth

$$\frac{dp_n}{e^n} = 0.00000562.$$

Soll diese Grenze nicht überschritten werden, so darf das erste Glied $d\varphi_1$ den Werth von 9″ und $d\varphi_2$ den Werth von 18″ nicht überschreiten. Für das zweite Glied kann $d\varphi_1$ 28″ und $d\varphi_2$ 3′ betragen und die höheren Glieder vertragen noch grössere Fehler. Maassgebend ist bereits das erste Glied und nach diesen müssen die Winkel φ_1 und φ_2 die angegebene Genauigkeit haben. Hier handelt es sich nicht um Beobachtungs-Fehler, sondern um Justirungsfehler, oder richtiger, um Methodenmängel und instrumentelle Anforderungen.

Die Bedeutung der Winkel φ_1 und φ_2 und ihr Einfluss auf Messung bleibt bestehen, wenn auch diese Grössen selbst durch gewisse Annahmen aus den Formeln herausfallen und dadurch entstehen ganz verborgene Fehlerquellen, die deshalb unzugänglich werden, weil sie in den Formeln für specielle Fälle nicht mehr auftreten und man daher keine Veranlassung nimmt auf dieselben zurückzukommen. So steht es mit den Winkelgrössen φ_1 und φ_2 in den Hauptlagen von Gauss und Lamont. Ist durch die Annahme $\varphi_1 = 0$ oder $\varphi_2 = 0$ der sinus und die mit ihm verbundenen Glieder oder der cosinus für $\varphi_1 = 90$ resp. $\varphi_2 = 90^0$ und seine Factoren herausgefallen, weil diese Werthe gleich Null werden, so kann man hinterher ohne Zurückgehen auf die allgemeine Formel ihren Einfluss nicht mehr feststellen, wenn die Voraussetzung nicht ganz erfüllt ist. Auch kann man gar nicht feststellen, wie gross die etwaige Abweichung sein darf. Wild hat in seiner umfangreichen Arbeit „Ueber die Genauigkeit absoluter Bestimmungen der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus“ im Repertorium für Meteorologie, Bd. VIII, № 7, welche ihrer Wichtigkeit halber im vollen Umfang im Repertorium für Physik von Exner, Bd. XIX und XX, auf 89 Seiten abgedruckt wurde, alle aus den fertigen Formeln der Specialfälle hervorgehenden Fehlerquellen eingehend und erschöpfend behandelt, auf die Winkel φ_1 und φ_2 aber gar keine Aufmerksam-

keit verwandt und selbst in den Arbeiten über die Beobachtungen mit Gauss'schen Ablenkungen nicht einmal angedeutet, wie und mit welcher Genauigkeit der ablenkende Magnet II senkrecht zum Meridian gestellt werden muss und gestellt worden ist.

Die Bedeutung des Winkels φ_2 ist ganz klar: bei der ersten Hauptlage von Gauss muss er 0^0 und in der zweiten 90^0 betragen, in beiden Fällen aber mit dem magnetischen Meridian einen Winkel von 90^0 bilden. Gerade diese Bedingung kann nie erfüllt werden und deshalb ist die Gauss'sche Methode, und auch wegen der Unbequemlichkeiten in instrumenteller Beziehung, in der erdmagnetischen Praxis durch die Lamont'schen Hauptlagen verdrängt worden. Jede Declinations-Aenderung im Betrage von 0',3 hat einen Einfluss im Resultat und eine solche Aenderung in der Lage des Meridians tritt in den Stunden von 10^h bis 11^h a. m. in den Sommermonaten schon in 6 Zeitminuten beim vollständig normalen Gange ein. Die Annahme, dass durch Umkehren und Umlegen des ablenkenden Magnets II dieser Fehler herausfällt, ist ganz unrichtig. Durch das Umlegen des Magnets II von der Ostseite nach der Westseite wird der Fehler in der Entfernung e zum grossen Theil, aber nicht ganz, ausgeglichen, und durch Umkehren des Magnets auf derselben Seite, Nordpol nach Ost und Nordpol nach West, wird die Verlegung des Meridians für den Winkel ϕ reguliert und die etwaige Unregelmässigkeit in der Vertheilung des Magnetismus in den beiden Magneten berücksichtigt. Bildet der Magnet II mit dem Meridian anstatt 90^0 einen Winkel von $90^0 \pm d\varphi_2 \pm dD$, wo dD die Declinations-Variation darstellt, so entsteht im Winkel ϕ eine entsprechende Aenderung $d\phi$, folglich auch im Resultat H eine Aenderung dH und dieser Fehler kann durch den Beobachtungs-Modus nicht ausgemerzt werden. Entnimmt man der Formel 16 nur das erste Glied mit p_0, so hat man

$$K \sin \phi = \frac{M}{e^3} (2 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 + \cos \varphi_1 \sin \varphi_2) + \ldots$$

Die erste Hauptlage setzt voraus, dass der Ausdruck in der Klammer den Werth $2 \cos \phi$ hat, doch diesen Werth hat man nur dann, wenn thatsächlich $\varphi_2 = 0$; ist das aber nicht der Fall, so findet Folgendes statt. Von irgend einem negativen Werth φ_2 an

nimmt der Ausdruck in der Klammer beständig zu bis $\varphi_2 = 0$, wo der Werth $2 \cos \psi$ erreicht wird. Bei fernerem Anwachsen von φ_2 wächst der Ausdruck in der Klammar über $2 \cos \psi$ hinaus und wächst noch weiter bis φ_2 bei kleinen Winkeln den Betrag $\frac{\psi}{2}$ erreicht, um nach dem wieder abzunehmen. Bei einem Werth $\varphi_2 = 2\psi$ erreicht die Klammer denselben Werth, den er bei $\varphi_2 = 0$ hatte. Wenn man die Ablenkungsschiene so stellt, das der Klammerausdruck ein Maximum hat, dann gerade hat man den grössten Fehler. Dass der maximale Werth bei kleinen Winkeln bei $\varphi_2 = 2\psi$ eintritt, ersieht man aus der Bedingung der Maxima $\frac{d\Theta}{d\varphi_2} = 0$, wenn Θ den Klammeraussdruck bezeichnet. Durch Differentiation erhält man:

$$- 2 \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 = 0 \qquad (41)$$

oder, wenn man φ_1 durch $90 - \psi$ ersetzt,

$$\operatorname{cotg} \varphi_2 = 2 \operatorname{cotg} \psi$$

wofür man bei kleinen Winkeln, als Bedingung des Maximum, setzen kann.

$$\varphi_2 = 2\psi.$$

Der Winkel ψ ist bei $\varphi_2 = 0$ kein Extremwerth, sondern ein Zwischenwerth und der Fehler $d\varphi_2$ kann also sowohl zu kleine, wie auch zu grosse Werthe ψ liefern, je nach dem, wie sich der Fehler $d\varphi_2$ zu dem Ablenkungswinkel ψ verhält. Nun wollen wir den Magnet II um 180^0 drehen, dann bekommen wir für φ_2 den Werth $180 + \varphi_2$. Da aber $\cos (180^0 + \varphi_2) = - \cos \varphi_2$ und $\sin (180^0 + \varphi_2) = - \sin \varphi_2$, so haben wir nach der Umkehrung denselben Werth Θ und ψ, nur mit dem entgegengesetzten Vorzeichen. War der erste Werth ψ fehlerhaft, so wird auch der zweite $- \psi$ genau ebenso fehlerhaft sein und wir haben nicht einmal ein Kriterium dafür, ob der gefundene Werth ψ resp. $- \psi$ zu klein oder zu gross ist. Haben wir die senkrechte Stellung des Magnets II zum Meridian durch die maximale Ablenkung bestimmt, so sind wir sicher, dass wir einen Fehler $d\varphi_2 = 2\psi$ haben, wenn die Vertheilung des Magnetismus hier nicht Einfluss gehabt hat.

Die zweite Hauptlage von Gauss setzt voraus, dass der Ausdruck in der Klammer Θ den Werth $\cos\psi$ giebt, was wiederum nur dann eintritt, wenn $\varphi_2 = 90^0$ ist. Dieser Werth $\cos\psi$ ist ebenfalls nicht das Maximum, welches hier noch weiter von $\varphi_2 = 90$ abliegt, als in der ersten Hauptlage. Setzt man in den Ausdruck (41) für $\varphi_1 = -\psi$, der zweiten Hauptlage entsprechend, so hat man

$$2 \sin\psi \sin\varphi_2 + \cos\psi \cos\varphi_2 = 0$$

oder

$$2 \operatorname{tg}\varphi_2 = -\operatorname{cotg}\psi.$$

Da φ_2 nahe 90^0 ist, so wollen wir $90 - \varphi_2 = f_2$ setzen, so haben wir

$$2 \operatorname{cotg} f = -\operatorname{cotg}\psi$$

wofür man bei kleinen Winkeln

$$2f = -\psi$$

setzen kann; für die erste Lage fanden wir $\varphi_2 = 2\psi$. Wenn wir einen Ablenkungswinkel von $\psi = 3^0$ beobachten, so liegt das Maximum

bei der ersten Hauptlage bei $\varphi = 1^1/_2{}^0$
„ „ zweiten „ „ $f = -6^0$.

Die Folge davon ist, dass Fehler in gleichem Betrage auf beiden Seiten sehr verschiedene Werthe haben und dieser Uebelstand ist in der zweiten Hauptlage viel stärker, als in der ersten. Dies ist ein Grund mehr, um der ersten Hauptlage den Vorzug zu geben.

Hat man in Folge eines Fehlers $d\varphi_2$ einen unrichtigen Werth ψ beobachtet, so wird man, wie im ersten Fall, durch Umkehren des Magnets II wieder einen unrichtigen Winkel ψ finden, nur mit dem umgekehrten Vorzeichen, während die Grösse ohne Rücksicht auf's Vorzeichen nicht nur einen Fehler hat, sondern noch in einem andern Betrage, als vor dem Umkehren.

Soweit der Winkel φ_2. Zu dem andern Winkel φ_1 übergehend müssen wir erst seine Bedeutung uns klar machen. Der Winkel φ_1 wird gebildet durch die Richtungen des Magnets I und der Linie, welche die Mitten beider Magnete verbindet. Wenn wir den Win-

kel φ_1 zum magnetischen Meridian in Beziehung bringen, so können wir sagen, dass $\varphi_1 \pm \psi$ das Azimuth des Magnets II bildet. Wenn es uns auch gelingen sollte, den Winkel φ_2 auf Null zu bringen, so ist damit die Forderung der ersten Gauss'schen Hauptlage noch nicht erfüllt und um ihr zu genügen muss auch das Azimuth $\varphi_1 \pm \psi = 90^0$ werden. Wenn wir auch den Winkel ψ als Ablenkungswinkel genau bestimmen, so kann das Azimuth durch dieselbe nicht corrigiert werden, woraus sofort einleuchtet, dass ein Fehler $d\varphi_1$ durch Umlegen und Umkehren ebenso wenig eliminirt wird, wie $d\varphi_2$. Der letztere bestand aus $\pm d\varphi_2 \pm dD \pm c_2$, wo $d\varphi_2$ durch unrichtige Annahme des Meridians, dD durch Aenderung des Meridians und c_2 durch die Collimation des Magnets II entstanden ist. Der erstere, $d\varphi_1$ besteht aus dem Fehler $d\alpha$ des Azimuths von II, nach der ursprünglichen Justirung, durch Aenderung desselben in Folge Declinations-Aenderungen dD, durch Collimation c_1 und, eine neue Fehlerquelle, durch Fadentorsion δ, wenn sie nicht durch Austordieren beseitigt ist. Wir haben

$$d\varphi_1 = \pm d\alpha \pm dD \pm c_1 \pm \delta$$

und keiner der Fehler kann durch Umlegen und Umkehren gehoben werden.

Wenn wir das erste Glied p_0 betrachten, so ist für die erste Hauptlage, wo $\varphi_2 = 0$

$$p_0 = 2 \sin \varphi_1$$

und das Maximum mit dem Werth 2 fällt auf $\varphi_1 = 90^0$, wobei ψ sein Maximum erreicht. Da aber das Azimuth $\varphi_1 - \psi$ ist, φ_1 aber 90^0, so ist das Azimuth beim Maximum der Ablenkung: $90^0 - \psi$, was aber der Gauss'schen ersten Hauptlage nicht entspricht, denn diese verlangt ein Azimuth von 90^0. Wir haben folgende Werthe:

Azimuth 0; $\varphi_1 = \psi$; $\psi = 0$; $\varphi_1 = 0$; Fall I des unabgelenkten Gleichgewichts;

Azimuth $90^0 - \psi$; $\varphi_1 = 90^0$; Maximum von ψ bei $p_0 = 2$.

Azimuth 90^0; $\varphi_1 = 90^0 + \psi$; $p_0 = 2 \cos \psi$; ψ abnehmend.

Azimuth 180^0; $\varphi_1 = 0^0$; $\psi = 0$; Fall I des unabgelenkten Gleichgewichts.

Also haben wir bei der esten Hauptlage kein Maximum beim Azimuth 90^0 und wenn das Azimuth abweichend von 90^0 ist, so ist der Winkel ψ entweder grösser oder kleiner, als er bei 90^0 wäre, je nach dem, nach welcher Seite $d\varphi_1$ abweicht. Dass durch Umlegen und Umdrehen des Magnets in demselben Azimuth keine Compensation der Fehler eintritt, ist einleuchtend.

In der zweiten Hauptlage wäre das Maximum von ψ bei $\varphi_1 = 0^0$, dann ist aber das Azimuth nicht Null. Soll letzteres Null werden, dann kann φ_1 und p_0 nicht mehr dem Maximum entsprechen. Im Uebrigen gilt das oben Gesagte.

Wir kommen also zu dem Schluss, dass die Fehler $d\varphi_2$, Abweichung der magnetischen Axe des Magnets II von der Verbindungslinie der Centra der Magnete, und die Fehler des Azimuths des ablenkenden Magnets, $d\varphi_1$ durch Umlegen und Umdrehen des Magnets II nicht ausgeschlossen werden und mit vollen, theils gar wechselnden Beträgen in das Resultat übergehen.

Wir wollen diese Betrachtungen auf meine vierjährigen Beobachtungen in Pawlowsk in der ersten Gauss'schen Hauptlage beziehen. Zunächst muss ich bemerken, dass über diese Beobachtungen in den Jahren 1884 bis 1887 Wild in den Einleitungen zu den Annalen des Physikalischen Central-Observatoriums alljährlich kurze Mittheilungen gemacht, viele wesentliche Angaben aber dort nicht angegeben sind und ich gegenwärtig nicht in der Lage bin, sie zu vervollständigen. Ich kann auch keinen Beleg dafür beibringen, wie und wann die Ablenkungs-Schiene zum Meridian fest aufgestellt wurde, da Wild diese Justirung vor 1883 ausgeführt hatte und ich in jenem Jahre bei meinen vorläufigen Beobachtungen diese vorfand. Hernach ist diese Lage nicht verificirt worden, weil damals, sowohl Wild, als auch ich der Ansicht waren, etwaige Fehler wären belanglos und würden durch Umlegen und Umdrehen des Magnets II unschädlich gemacht. Mir scheint es, dass diese Aufstellung nach dem Jahre 1880, wo das Ablenkungs-Unifilar aufgestellt wurde, überhaupt nicht verificirt worden ist und die Aufstellung durch maximale Ablenkungen ausgeführt wurde. Die Unterschiede nach einer Methode, wo statt Schwingungs-Beobachtungen Wägung mit einem Gauss'schen Bifilar ausgeführt wurden, gegen einen Lamont'schen Theodoliten betrugen:

Unifilar-Bifilar—Lamont'scher Theodolit:

1884 August bis November	+ 0.00168	mg.	mm.	sec.
1885 Juli bis December	+ 0.00262	„	„	„
1886 Mai bis August	+ 0.00224	„	„	„

Dasselbe Unifilar mit Schwingungs-Beobachtungen verbunden ergab als Differenz gegen den Lamont'schen Theodoliten:

1886 Juni bis August + 0.00214 mg. mm. sec.

Die Untersuchungen im Jahre 1886 bewiesen, dass die grossen Unterschiede nicht dem Bifilar, sondern dem Unifilar, also den Ablenkungs-Beobachtungen zuzuschreiben sind.

Nehmen wir an, das Unifilar sei mit der Ablenkungsschiene im Sommer 1880 bei einer Declination von $0^0 57'$ justiert worden, so hätte sich die Lage des Meridians bis zum Jahre 1886 um $29'$ verändert, da die Declination im Sommer 1886 $0^0 28'$ betrug. Wenn $d\varphi_1 = 28'$ so ergiebt dieser Betrag einen Fehler in der Horizontal-Intensität, ohne andere Einflüsse,

$$dH = \pm 0.00179 \text{ mg. mm. sec.}$$

Dann ist noch bemerkenswerth, dass die Abweichung vom Theodoliten nach Lamont im Jahre 1885 grösser war, als vorher und nachher. Dass bei beständiger Aenderung $d\varphi_2$ dennoch solche Maxima vorkommen können, haben wir oben, Seite 133, wahrscheinlich gemacht. Ausserdem wissen wir nicht, ob nicht gleichzeitig $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ sich ändern und dadurch eine theilweise Compensation stattfindet. Eine gleichzeitige Aenderung $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ ist sogar wahrscheinlich, wenn man die Collimation in Betracht zieht. Leider habe ich sie damals nicht bestimmt. Die Magnete hatten Längen von 37 mm, 80 mm und 110 mm bei einem äussern Durchmesser von 11,5 mm und 14 mm und die Form von Hohlcylindern. Sie wurden zwischen den Polen eines, durch eine magnet-electrische Maschine von Siemens und Halske durch Kurbelumdrehung angeregten Electromagneten magnetisirt, wobei die magnetische Collimation recht beträchtlich sein konnte, was man an den Inclinations-Nadeln bemerkte, und sogar einige Grade betragen konnte. Jeden-

falls kann die Collimation grössere Fehler $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ erzeugen, als die säcularen Declinations-Aenderungen.

Wir wollen noch die Poldistanzen in Rechnung bringen und benutzen dazu die Beobachtungen von Gauss, wie sie oben, Seite 128 bereits mitgetheilt worden sind. Setzen wir in den Ausdruck 19 die von Gauss für ψ gefundenen Werthe ein, so erhalten wir:

Entfernung 1200 mm.

$$p_2 = 2\,r_2^2 - 2{,}9373\,r_1^2$$
$$p_4 = 3\,r_2^4 - 14{,}6865\,r_2^2 r_1^2 + 5{,}3159\,r_1^4$$
$$p_6 = 4\,r_2^6 - 41{,}1222\,r_2^4 r_1^2 + 49{,}61512\,r_2^2 r_1^4 - 7{,}90921\,r_1^6.$$

Entfernung 1600 mm.

$$p_2 = 2\,r_2^2 - 2{,}98875\,r_1^2$$
$$p_4 = 3\,r_2^4 - 14{,}94375\,r_2^2 r_1^2 + 5{,}56594\,r_1^4$$
$$p_6 = 4\,r_2^6 - 41{,}8425\,r_2^4 r_1^2 + 51{,}94875\,r_2^2 r_1^4 - 8{,}57334\,r_1^6.$$

Man sieht, dass die Coefficienten von r_1 in allen Fällen mit zunehmender Entfernung wachsen, weil die Grössen r_1 mit $\sin\psi$ verbunden sind. Wenn die Entfernung sehr gross wird, so dass $\sin\psi$ verschwindend klein ist, so bekommen wir folgende

Grenzwerthe (e sehr gross).

$$p_2 = 2\,r_2^2 - 3\,r_1^2$$
$$p_4 = 3\,r_2^4 - 15\,r_2^2 r_1^2 + 5{,}625\,r_1^4$$
$$p_6 = 4\,r_2^6 - 42\,r_2^4 r_1^2 + 52{,}5\,r_2^2 r_1^4 - 8{,}75\,r_1^6.$$

Diese Grenzwerthe haben eine besondere Bedeutung; sie bilden nämlich die entsprechenden Glieder der ersten Hauptlage von Lamont und sind thatsächlich von der Entfernung e unabhängig, weil der sinus ψ gleich Null geworden ist. Je kleiner die Entfernung, desto grösser $\sin\psi$ und die Coefficienten von r_1 werden kleiner. Da aber p_2, p_4 und so weiter, bei verschiedenen Entfernungen für die Gauss'schen Hauptlagen verschiedene Werthe haben, ist die übliche Bestimmung von p_2 durch Beobachtungen in zwei verschiedenen Entfernungen bei den Gauss'schen Hauptlagen theoretisch un-

statthaft, bei den Lamont'schen Hauptlagen aber vollkommen gerechtfertigt. Am wenigsten kann man behaupten, dass p_2 bei allen Entfernungen gleiche Werthe hat, wie das in vielen Lehrbüchern geschieht, selbst im Handbuch der Physik von Winkelmann (Bd. V, Erste Hälfte, Seite 73). Ob die höheren Glieder von p^4 an zu vernachlässigen sind, das ist auch eine Frage und hängt von der Entfernung e ab. Gauss hat die Horizontal-Intensität bis auf die sechste Decimalstelle angegeben und dabei p_2 für alle beide Entfernungen für constant angenommen und die Glieder p_4, p_6 u. s. w. vernachlässigt. Nach dem Wenigen, was er über seine Beobachtungen mittheilt, lässt sich entnehmen, dass alle Magnete gleiche Länge von ungefähr 0,3 Meter hatten; daher können wir $r_1 = r_2$ annehmen und finden dann:

Entfernung 1200 mm.	Entfernung 1600 mm.	Grenzwerth.
$p_2 = -0{,}9373\, r^2$	$p_2 = -0{,}98875\, r^2$	$p_2 = -1\, r^2$
$p_4 = -6{,}3706\, r^4$	$p_4 = -6{,}37781\, r^4$	$p_4 = -6{,}375\, r^4$
$p_6 = +4{,}5837\, r^6$	$p_2 = +5{,}53291\, r^6$	$p_6 = +5{,}75\, r^6$.

Nach der Relation 40 kann man ermitteln, welche Einbusse durch Vernachlässigung von p_4 und p_6 und durch ungenauen Werth von dp_2 das Resultat von Gauss erlitten hat. Dabei wollen wir den Polabstand zu $^5/_6$ der Magnetlänge annehmen, wodurch sich

$r_1 = r_2 = 125$ mm ergiebt. Dann ist $\frac{r}{e} = {}^5/_{48}$ für die kleine Entfernung und $r = {}^5/_{64}$ für die grosse.

Bei $H = 1.782088$

durch p_2 (Fehler): $dH = 0.000996$ resp. 0.000561

durch p_4 (vernachlässigt) $dH = 0.001335$: kleine Entfernung

$dH = 0.000422$: grosse Entfernung

durch p_6 (vernachlässigt) $dH = 0{,}000011$: kleine Entfernung

$dH = 0.000002$: grosse Entfernung.

Wir sehen hier, dass bei den Gauss'schen Beobachtungen das Glied p_6 die Grenze bildet, von der an die höheren Glieder vernachlässigt werden können.

Bei meinen Beobachtungen in Pawlowsk hatte ich

$$e = 750 \text{ mm}; \quad r_1 = 44{,}9 \text{ mm}; \quad r_2 = 55 \text{ m}; \quad \phi = 3^0, 30'$$

wo r_1 und r_2 die halben Magnetlängen bezeichnen und die wir später auf Poldistanzen reduciren wollen. Man findet:

$$\frac{p_2}{e^2} = +0.000205\, c^2$$

$$\frac{p_4}{e^4} = -0.000128\, c^4$$

$$\frac{p_6}{e^6} = -0.00000056\, c^6$$

wo c das Verhältniss der Poldistanz zur Magnetlänge bezeichnet. Nehmen wir mit Wild diesen Werth zu 0,88 an, so haben wir bei einer Horizontal-Intensität von 1,64 als Einfluss von p_2, p_4 und p_6 auf die Horizontal-Intensität

$$dH = +0.00026 \text{ wegen } p_2$$
$$dH = -0.00013 \quad \text{„} \quad p_4$$
$$dH = -0.00000 \quad \text{„} \quad p_6.$$

Wie sehr genau die Poldistanz bekannt sein muss, will ich an diesem Beispiel näher beleuchten. Nehmen wir:

$$\frac{p_2}{e^2} = \frac{2 r_2^2}{e^2} - \frac{3 r_1^2}{e^2}(1 - 5 \sin^2 \psi).$$

Durch Differentiation nach r_1 erhält man:

$$d\left(\frac{p_2}{e^2}\right) = -\frac{6\, r_1}{e^2}(1 - 5 \sin^2 \psi)\, dr_1.$$

Setzt man hier die obigen Werthe $r_1 = 44{,}9$ mm, $e = 750$ und $\psi = 3^0\, 30$ ein, so findet man

$$d\left(\frac{p_2}{e^2}\right) = -0.00048\, dr_1\, c^2$$

oder in Fehler der Horizontal-Intensität (bei $c = 0.88$) umgesetzt

$$dH = -0.00061\, dr_1\,.$$

Jedes Millimeter Fehler in der Ausmessung des Magnets I giebt im gegebenen Fall 0.00061 mg. mm. sec. Fehler in der Horizontal-Intensität. Nimmt man anstatt $r_1 = 44.9$ mm. den bequemern abgekürzten Werth $r_1 = 45$ mm, also ein Unterschied von nur 0,1 mm und man erhält

$$\frac{p_2}{e^2} = 0.000157\, c^2, \text{ anstatt } 0.000205\, c^2.$$

Man sieht, mit welcher Genauigkeit auch scheinbar nebensächliche Grössen bestimmt werden müssen, soll das Resultat ± 0.00001 mg. mm. sec. Sicherheit haben. Der schlimmste Feind dieser Genauigkeit ist die Grösse c, das Verhältniss der Poldistanz zur Länge des Magnets.

Hauptlagen von Lamont.

Die Methode von Lamont, hat einen Mangel, der aus dem Folgenden hervorgeht. Schreiben wir zum Vergleich die Formeln der ersten Hauptlage von Gauss und von Lamont in folgender Weise:

$$\text{Gauss: } \operatorname{tg} \phi = \frac{2M}{Ke^3} \cdot (1 + P)$$

$$\text{Lamont: } \sin \phi = \frac{2M}{Ke^3} \cdot (1 + P').$$

Nach den Gauss'schen Formeln kann man bei allen Werthen von K beobachten, während bei den Lamont'schen $Ke^3 > 2M(1 + P')$ sein muss, damit wir auf der rechten Seite einen echten Bruch bekommen, weil $\sin \phi \leqq 1$ sein muss. Hat man das Instrument auf eine bestimmte Entfernung e eingerichtet, so ist es für die Horizontal-Intensität nur so lange bei derselben Entfernung brauchbar, wie H nicht auf die Grenze $\frac{2M}{e^3}(1 + P')$ sinkt. Hat man eine grössere Entfernung E zur Verfügung, so kann man sich noch behelfen, wird aber H noch kleiner, als $\frac{2M}{E^3}(1 + P')$, dann sind Ablenkungsbeobachtungen nach der Lamont'schen Methode mit demselben Instrument unmöglich. Solche Fälle bilden freilich eine Ausnahme und kommen nur dann in Betracht, wenn man eine Expedition

ausrüstet, die in der Nähe der magnetischen Pole der Erde zu beobachten hat, oder wenn man in Gebieten von sehr starken Anomalien arbeitet. Soweit mir bekannt, ist ausser mir Niemand in den Anomalien-Gebieten in die Lage gekommen, in solchen Fällen beobachten zu können, während ich im Kursk'schen Gouvernement mehrfach Gelegenheit gehabt habe, andere Mittel anwenden zu müssen, um die Intensität zu bestimmen.

Um den Einfluss der Winkelfehler $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ zu untersuchen, müssten wir die Differentialformeln 35, 36 und 37 benutzen, doch erweist es sich, dass durch Einzetzung der Werthe für φ_1 und φ_2 gleich 0^0 resp. 90^0 in diese Formeln

$$dp_0 = dp_2 = dp_4 = dp_6 \ldots = 0$$

werden. Daraus folgt allerdings noch nicht, dass die Lamont'schen Ablenkungen von den Fehlern $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ völlig unabhängig sind, wohl aber, dass diese Einflüsse aus den Grenzen der ersten Differentiale herausgehen und nur Fehler höherer Ordnung sind. Auf diesen Vorzug hat Lamont selbst gar nicht aufmerksam gemacht. Wir wollen daher zur Ermittelung dieser, wenn auch geringen Einflüsse in folgender Weise vorgehen.

Wir schreiben anstatt φ_1 und φ_2 die Ausdrücke $\varphi_1 + d\varphi_1$ und $\varphi_2 + d\varphi_2$ und erhalten aus der Formel 32

$$p_0 = 2 \sin(\varphi_1 + d\varphi_1) \cos(\varphi_2 + d\varphi_2) + \cos(\varphi_1 + d\varphi_1) \sin(\varphi_2 + d\varphi_2)$$

und, nach einigen Umformungen, für die erste Lamont'sche Hauptlage

$$p_0' = 2 \cos d\varphi_1 \cos d\varphi_2 - \sin d\varphi_1 \sin d\varphi_2 \quad \ldots\ldots \quad (42)$$

und für die zweite Hauptlage

$$p_0'' = -2 \sin d\varphi_1 \sin d\varphi_2 + \cos d\varphi_1 \cos d\varphi_2 \quad \ldots\ldots \quad (43)$$

Der Grenzwerth für p_0' ist 2 und für p_0'' gleich 1, also dieselben Werthe, welche sich aus dem ersten Gliede für die Formeln 24 und 25 ergaben. Dieser Grenzwerth ist zugleich das Maximum für p_0, so dass man dieses Maximum für Justirungen benutzen kann, was bei den Gauss'schen Hauptlagen sehr verwickelt ist und für Justirungszwecke sich wohl nicht eignet.

Der Fehler $d\varphi_1$ oder $d\varphi_2$ der noch geduldet werden kann, ergiebt sich für $dH = 0.00001$ für die

erste Hauptlage: arc. cos $0.9999978 = 11'$
zweite „ arc. cos $0.9999967 = 15'20''$

und diese Grössen sind vom Ablenkungswinkel nicht abhängig, lassen sich also durch einen Vergleich mit einem Normaltheodoliten ermitteln, was bei den Gauss'schen Ablenkungen nicht statthaft ist. Vergleicht man hier die Methoden von Gauss und Lamont, so sieht man, dass der Fehler $d\varphi_1 = 11'$ in der Horizontal-Intensität folgende Fehler erzeugt:

$dH = \pm 0.00073$ bei Gauss
$dH = \pm 0.00001$ „ Lamont.

Darin liegt ein unschätzbarer Vorzug der Lamont'schen Methode, von andern ganz abgesehen.

Berechnet man das zweite Glied (33) in derselben Weise, so erhält man für die erste Hauptlage

$$\left.\begin{aligned} p_2' = \cos d\varphi_1 \cos d\varphi_2 \,[r_1^2(-6 + 30 \sin^2 d\varphi_1) + r_2^2(-6 + \\ + 10 \cos^2 d\varphi_2)] - \sin d\varphi_1 \sin d\varphi_2 \left[r_1^2\left(-\frac{33}{2} + \right.\right. \\ \left.\left. + \frac{45}{2} \sin^2 d\varphi_1\right) + r_2^2\left(-\frac{3}{2} + \frac{15}{2} \cos^2 d\varphi_2\right)\right] \end{aligned}\right\} \ldots (44)$$

und für die zweite Hauptlage

$$\left.\begin{aligned} p_2'' = -\sin d\varphi_1 \sin d\varphi_2 \,[r_1^2(-6 + 30 \cos^2 d\varphi_1) + \\ + r_2^2(-6 + 10 \sin^2 d\varphi_2)] + \cos d\varphi_1 \cos d\varphi_2 \left[r_1^2\left(-\frac{33}{2} + \right.\right. \\ \left.\left. + \frac{45}{2} \cos^2 d\varphi_1\right) + r_2^2\left(-\frac{3}{2} + \frac{15}{2} \sin^2 d\varphi_2\right)\right] \end{aligned}\right\} \ldots (45)$$

Wir haben oben gesehen, dass im ersten Gliede $d\varphi_1$ oder $d\varphi_2$ einen Fehler bis zu $11'$ haben können, ehe ihr Einfluss auf die Horizontal-Intensität auf ± 0.000010 steigt. Hier ist die erste Frage, kann ein Fehler von $11'$ in den höheren Gliedern einen grösseren

Einfluss erlangen, als im ersten Gliede und die zweite Frage, wie gross ist der Fehler von 11′. Wir setzen φ_1 oder φ_2 gleich 11 und erhalten dann für die erste Hauptlage:

$$p_2' = 0.999995\,[r_1^2(-5.999693) + r_2^2] \text{ bei } d\varphi_1 = 11'$$
$$p_2' = 0.999995\,[r_1^2(-6) + r_2^2(+3.9990)] \text{ bei } d\varphi_2 = 11'.$$

Für die zweite Hauptlage können wir den Fehler auf 15′20″ bringen, da erst mit dieser Grösse der Fehler der Horizontal-Intensität durch das erste Glied auf 0.000010 steigt. Wir erhalten alsdann:

$$\text{bei } d\varphi_1 = 15'20''$$

$$p_2'' = -0.999990\left[r_1^2\left(-\frac{33}{2} + \frac{45}{2}\cdot 0.99998\right) + r_2^2(-{}^3/_2)\right]$$

$$\text{bei } d\varphi_2 = 15'20''$$

$$p_2'' = -0.999990\,[r_1^2(+6) + r_2(-{}^3/_2 + {}^{15}/_2\ 0.00001989)]$$

Bezeichnen wir die Coefficienten der entsprechenden Glieder in den Formeln 24 und 25 mit p_2, wo p_2 frei von den Fehlern $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ sind, so haben wir:

$$\left.\begin{array}{ll} p_2' = p_2 + 0.0003\,r_1^2 - 0.00002\,r_2^2; & \text{bei } d\varphi_1 = 11' \\ p_2' = p_2 + 0.00003\,r_1^2 - 0.00003\,r_2^2 & \text{„ } d\varphi_2 = 11' \end{array}\right\} \text{Erste Hauptlage}$$

$$\left.\begin{array}{ll} p_2'' = p_2 - 0.00051\,r_1^2 + 0.000015\,r_2^2; & \text{bei } d\varphi_1 = 15'20'' \\ p_2'' = p_2 - 0.00006\,r_1^2 + 0.00036\,r_2^2 & \text{„ } d\varphi_2 = 15'20'' \end{array}\right\} \text{Zweite Hauptlage.}$$

Wenn wir beachten, dass bei den Ablenkungsbeobachtungen für einen Fehler $dH = 0.00001$ bei $H = 1.64$ für p_2 der Fehler dp_2 betragen kann

$$0.000006\ e^2,$$

so kann man sagen, dass bei einer Entfernung e, die nur $3^1/_2$ Mal grösser ist als $2\,r_1$, (die Poldistanz des abgelenkten Magnets), der höchste Betrag eines Fehlereinflusses dennoch kleiner ist, als der Einfluss desselben Fehlers im ersten Gliede. Der grösste Ausdruck für die erste Hauptlage ist $0.0003\,r_1^2$ oder $(0.017\,r)^2 = \left(\frac{1}{60}\,r\right)^2$.

Wenn bei der Ausmessung der Magnetlänge, resp. Bestimmung der Poldistanz 2r ein Fehler von $^1/_{30}$ des Betrages gemacht wird, so ist dieser Fehler von demselben Einfluss, den der grösste Ausdruck in dem Fehler dp_2 haben kann.

Wenn wir denselben Gang der Fehler in den nächsthöheren Gliedern verfolgen, so sehen wir, dass der Einfluss der Winkel $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ noch viel kleiner ist und daher hauptsächlich auf das Glied $\frac{p_0}{e^0}$ beschränkt bleibt. Wenn aber $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ so grosse Beträge annehmen, dass im ersten Gliede beträchtliche Abweichungen eintreten, dann ist auch der Einfluss in den höheren Gliedern entsprechend zu berücksichtigen.

Nachdem wir im Vorstehenden gesehen haben, dass die Coefficienten p_2, p_4, p_6 u. s. w. bei den Lamont'schen Ablenkungen viel weniger von den Fehlern der Winkel φ_1 und φ_2 abhängen, als bei den Gauss'schen, können wir im Weiteren annehmen, dass dieser Einfluss, wenn er von Bedeutung ist, als Correctionen an die Werthe p angebracht worden ist und gehen nun zur Betrachtung der Werthe über. Wir wollen sie noch einmal anschreiben

$$\left.\begin{aligned} p_2' &= 2\,r_2^2 - 3\,r_1^2 \\ p_4' &= 3\,r_2^4 - 15\,r_2^2 r_1^2 + \frac{45}{8} r_1^4 \\ p_6' &= 4\,r_2^6 - 42\,r_2^4 r_1^2 + \frac{105}{2} r_2^2 r_1^4 - \frac{35}{4} r_1^6 \end{aligned}\right\} \quad \ldots (46)$$

$$\left.\begin{aligned} p_2'' &= -\frac{3}{2} r_2^2 + 6\,r_1^2 \\ p_4'' &= +\frac{15}{8} r_2^4 - \frac{45}{2} r_2^2 r_1^2 + 15\,r_1^4 \\ p_6'' &= -\frac{35}{16} r_2^6 + \frac{105}{2} r_2^4 r_1^2 - 105\,r_2^2 r_1^4 + 28\,r_1^6 \end{aligned}\right\} \quad \ldots (47)$$

Die Coefficienten p′ mit einem Accent gelten für die erste Hauptlage und die mit zwei Accenten p″ für die zweite Hauptlage. Wenn

wir die Zahlenwerthe vergleichen wollen, so ist zu beachten, dass aus den Werthen p′ der ersten Hauptlage der Zahlenfactor 2 als allen gemeinschaftlich ausgeschieden ist.

Durch Differentiation der Ausdrücke 46 und 47 erhält man:

$$\left.\begin{aligned}
dp_2' &= 4\,r_2\,dr_2 - 6\,r_1\,dr_1 \\
dp_4' &= (12\,r_2^3 - 30\,r_2 r_1^2)\,dr_2 + \left(-30\,r_2^2 r_1 + \frac{45}{2}\,r_1^3\right) dr_1 \\
dp_6' &= (24\,r_2^5 - 168\,r_2^3 r_1^2 + 105\,r_2^1 r_1^4)\,dr_2 + \left(-84\,r_2^4 r_1 + \right. \\
&\quad \left. + 210\,r_2^2 r_1^3 - \frac{105}{2}\,r_1^5\right) dr_1 \quad .
\end{aligned}\right\} \ldots (48)$$

$$\left.\begin{aligned}
dp_2'' &= (-3\,r_2)\,dr_2 + 12\,r_1\,dr_1 \\
dp_4'' &= \left(\frac{15}{2}\,r_2^3 - 45\,r_2 r_1^2\right) dr_2 + (-45\,r_2^2 r_1 + 60\,r_1^3)\,dr_1 \\
dp_6'' &= \left(-\frac{105}{8}\,r_2^5 + 210\,r_2^3 r_1^2 - 210\,r_2 r_1^4\right) dr_2 + (105\,r_2^4 r_1 - \\
&\quad - 420\,r_2^2 r_1^3 + 168\,r_1^5)\,dr_1
\end{aligned}\right\} \ldots (49)$$

Hier sind für die erste Hauptlage vier Annahmen in der Praxis vorgekommen, nämlich

$$r_1^2 = r_2^2$$

$$r_1^2 = \frac{2}{3}\,r_2^2$$

$$r_1^2 = \frac{1}{4}\,r_2^2$$

$$r_1^2 = r_2^2 . 2.448878\ldots \text{ und } r_1^2 = r_2^2\, 0.217788\ldots$$

Die erste besagt, dass Magnet I und Magnet II gleiche Poldistanzen haben und in diesem Falle gehen die Ausdrücke 46 und 47 in die nachstehenden über:

$$\begin{aligned}
p_2' &= -r^2 & \qquad p_2'' &= 4.5\,r^2 \\
p_4' &= -6.375\,r^4 & \qquad p_4'' &= -5.625\,r^4 \\
p_6' &= +5.75\,r^6 & \qquad p_6'' &= -26.6875\,r^6
\end{aligned}$$

Die zweite folgt aus dem Bestreben, das Glied $p_2 = 0$ zu ma-

chen, was durch die Annahme $r_1 = r_2 \sqrt{\frac{2}{3}}$ für die erste Hauptlage und durch $r_1 = r_2 \sqrt{\frac{1}{4}}$ für die zweite erreicht wird. Die andern Glieder haben bei dieser Annahme folgende Werthe

$$p_4' = -4.5\, r_2^4 \qquad p_4'' = -2.81\, r_2^4$$
$$p_6' = -3.26\, r_2^6 \qquad p_6'' = -4.81\, r_2^6$$

Die letzte erhält man, wenn man $p_4 = 0$ werden lässt, was auf eine quadratische Gleichung mit zwei positiven Wurzeln führt; deren Auflösung ergiebt:

$r_1^2 = 2.448878\, r_2^2$ und $r_1^2 = 0.217788\, r_2^2$ für die erste Hauptlage
$r_1^2 = 1.41144\, r_2^2$ und $r_1^2 = 0.08856\, r_2^2$ „ „ zweite „

Der Werth $r_1^2 = 0.217788\ r_2^2$ ist sehr nahe dem dritten Falle, wo $r_1^2 = \frac{1}{4}\, r_2^2$ gesetzt wurde. Dieser dritte Fall nähert sich einer Lösung für $p_4 = 0$, jedoch nur für die erste Hauptlage. Mit diesen Werthen erhalten die übrigen Glieder folgende Werthe.

Erste Hauptlage.

$$r_1^2 = 2.448878\, r_2^2 \qquad r_1^2 = 0.217788$$
$$p_2' = -5.34663\, r_2^2 \qquad p_2' = +1.34664\, r_2^2$$
$$p_6' = +87.4879\, r_2^6 \qquad p_6' = -2.712\, r_2^6$$

Zweite Hauptlage.

$$r_1^2 = 1.41144\, r_2^2 \qquad r_1^2 = 0.08856\, r_2^2$$
$$p_2'' = +6.96864\, r_2^2 \qquad p_2'' = -0.96864\, r_2^2$$
$$p_6'' = -56.5757\, r_2^6 \qquad p_6'' = +1.6386\, r_2^6.$$

Im Falle $r_1^2 = r_2^2$ sind die Poldistanzen beider Magnete gleich, im Falle $p_2 = 0$ muss die Poldistanz des ablenkenden Magnets II $\sqrt{\frac{3}{2}}$ Mal in der ersten Hauptlage und 2 Mal in der zweiten Hauptlage grösser sein, als die des abgelenkten I. Im Falle $p_4 = 0$ muss in der ersten Hauptlage der abgelenkte Magnet I um $\sqrt{2.448878}$ Mal grösser, oder $\sqrt{0.21788}$ Mal grösser (also factisch kleiner) sein, als der ablenkende II. Wenn man durch Auswahl der Poldistanz $p_4 = 0$ macht, so ist das Verhältniss $\sqrt{0.21788}$ unbedingt vor-

zuziehen, weil in diesem Falle p_2' und p_2'' die kleinsten Werthe haben und die nächsten Glieder p_6' und p_6'' ebenfalls klein werden und ausserdem durch e^6 zu dividiren sind. Wie man auch das Verhältniss von r_1 zu r_2 wählen mag, so behalten doch die Ausdrücke 48 nnd 49 ihre volle Gültigkeit, denn bei der Ausführung der Bedingung bleiben doch die Fehler $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ bestehen und müssen in Betracht kommen. Der Ausdruck p_2 oder p_4 kann theoretisch Null werden, ohne dass practisch dp_2 oder dp_4 auch Null sind.

Wie man auch die Dimensionen der Magnete wählen mag, so muss man doch durch Beobachtungen die Glieder p ermitteln, was dadurch geschieht, dass man in zwei Entfernungen e und ε beobachtet, wobei sich die Ablenkungswinkel ψ_1 und ψ_2 ergeben.

Man hat alsdann für die Ablenkungsreihe:

für die Gauss'schen Hauptlagen:

$$e^3 \operatorname{tg} \psi_1 = A\left(1 + \frac{p_2}{e^2} + \frac{p_4}{e^4} + \frac{p_6}{e^6} + \cdots\right)$$

$$\varepsilon^3 \operatorname{tg} \psi_2 = A\left(1 + \frac{p_2}{\varepsilon^2} + \frac{p_4}{\varepsilon^4} + \frac{p_6}{\varepsilon^6} + \cdots\right)$$

in der Voraussetzung, dass die Grössen p_2, p_4, p_6 von der Entfernung e oder ε, resp. von ψ_1 und ψ_2 unabhängig seien, was aber nicht der Fall ist, wie oben nachgewiesen wurde;

für die Lamont'schen Hauptlagen:

$$e^3 \sin \psi_1 = A\left(1 + \frac{p_2}{e^2} + \frac{p_4}{e^4} + \frac{p_6}{e^6} + \cdots\right)$$

$$\varepsilon^3 \sin \psi_2 = A\left(1 + \frac{p_2}{\varepsilon^2} + \frac{p_4}{\varepsilon^4} + \frac{p_6}{\varepsilon^6} + \cdots\right).$$

Im letzteren Fall ist die Constanz von p_2, p_4 und p_6 anzunehmen gestattet, wenn die Winkelfehler $d\varphi_1$ und $d\varphi_2$ nicht über die gestatteten Grenzen hinübergehen. Durch Division der einen Gleichung durch die andere fällt A heraus und man hat für die Lamont'schen Hauptlagen:

$$\frac{e^3 \sin \psi_1}{\varepsilon^3 \sin \psi_2} = \frac{1 + \frac{p_2}{e^2} + \frac{p_4}{e^4} + \frac{p_6}{e^6} + \cdots}{1 + \frac{p_2}{\varepsilon^2} + \frac{p_4}{\varepsilon^4} + \frac{p_6}{\varepsilon^6} + \cdots} \quad \ldots \quad (50).$$

Für die Gauss'schen gilt dieselbe Formel, nur ist $\sin \psi$ durch $\operatorname{tg} \psi$ zu ersetzen.

Mit dem Ausdruck 50 lässt sich wenig anfangen, wenn man nicht Vernachlässigungen gestatten will, die darin bestehen, dass man annimmt, dass

$$p_4 = p_6 = p_8 \cdots = 0$$

wobei man auch $p_2 = 0$ setzen, dafür aber $p_4 \gtrless 0$ sein wird. Ist durch Wahl des Verhältnisses der Poldistanzen entweder p_2 oder p_4 nahe auf Null gebracht (mehr als einen Coefficienten kann man nicht auf Null bringen, weil sie alle verschieden sind), so kann ein anderes, nennen wir es p_n, aus der Gleichung 50 nach folgender Formel gefunden werden:

$$p_n = -\frac{\varepsilon^n e^{3+n} \sin \psi_1 - e^n \varepsilon^{3+n} \sin \psi_2}{e^{3+n} \sin \psi_1 - \varepsilon^{3+n} \sin \psi_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (51).$$

Die Formel 51 gilt sowohl für die erste, als auch für die zweite Hauptlage von Lamont; für die Gauss'schen Hauptlagen ist anstatt Sinus die Tangente einzuführen.

Wir haben im Vorstehenden, um unsere Formeln nicht zu sehr zu belasten, vorausgesetzt, dass alle Einflüsse der Temperatur, der Induction und der Variationen des Erdmagnetismus bei der Gewinnung der vorkommenden Grössen durch entsprechende Correctionen beseitigt worden sind und haben diese Elemente gar nicht erwähnt. Nur eine Ausnahme müssen wir hier machen, weil diese Frage mit der Bestimmung von p zusammenhängt.

Vom Jahre 1878 an hat Wild in allen seinen Arbeiten, wo der Coefficient p vorkommt, ausdrücklich hervorgehoben, derselbe sei von der Temperatur völlig unabhängig, nicht deshalb weil in der Formel 51 die Temperatur nicht unmittelbar vorkommt, sondern weil Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen gleiche Werthe p ergeben haben, obgleich Wild in der Einleitung zu den Annalen des physikalischen Central-Observatoriums für 1878, Theil I, Seite XLVII einen solchen Einfluss theoretisch abgeleitet hat.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass auch die Poldistanz von

Stahlmagneten sich vergrössert, wenn durch eine Temperaturerhöhung die Länge des Magneten sich vergrössert und zwar ist anzunehmen, dass die Poldistanz sich nach dem linearen Ausdehnungscoefficienten von Stahl, den wir mit s bezeichnen wollen, ändert und zwar

$$r_t = r_0(1 + st),$$

und das Glied

$$p_{n_1 t} = p_{n_1 0}(1 + st)^n$$

wird, da p_n die Grössen r in der n-ten Potenz enthält. Die Poldistanzen, resp. Längen der Magnete müssen, ebenso wie die Entfernungen für die Temperatur 0^0 angegeben werden und bei der Beobachtung muss der Einfluss der Temperatur auf p in Rechnung gebracht werden. Nehmen wir das Wild'sche Beispiel von $p_2 = 1144{,}5$ $s = 0{,}0000124$ und $e = 230$ mm, so findet man für 20^0 Temperatur $dp = 0{,}57$ und daraus $dH = 0{,}00001$ mg. mm. sec. Das ist schon an der Grenze der Genauigkeit und ist auch der Beobachtungsfehler dp nach der Formel 50 grösser, so ist erst recht nicht erwiesen, dass die Temperatur ohne Einfluss ist. Theoretisch muss sie berücksichtigt werden, practisch ist sie zu vernachlässigen, so lange unsere Beobachtungs-Methoden es gestatten.

In Betreff des Verhältnisses der Entfernungen ε und e in der Gleichung 51 findet man sehr häufig Angaben, ohne, dass sie begründet werden, und ohne Angaben der Quelle, wo man eine solche Begründung finden könnte. Dabei wird auch der Zweck verschieden angegeben.

In der „Anleitung zur Messung und Berechnung der Elemente des Erdmagnetismus“ von Prof. J. Liznar findet man Seite 18 eine Fussnote, welche bei Uebersetzung der Buchstaben in die obige Bedeutung, also lautet:

„Das Verhältniss $\varepsilon : e$ wird gewöhnlich 1,3 gesetzt, d. h. man hat $\varepsilon = 1.3\ e$; dann hat das Glied p_4 keinen merklichen Einfluss“. Es handelt sich hier um die erste Hauptlage von Lamont.

Wild giebt mehrfach dieselbe Angabe, aber nicht in Bezug auf p_4, sondern in Bezug auf p_2. So heisst es in der Einleitung zu den Annalen des Physikalischen Central-Observatoriums, Jahrgang 1878,

Seite L. „Zur Erlangung eines genauen Werthes von p_2 ist es nicht gleichgültig, in welchem Verhältniss die beiden Entfernungen ε und e zu einander stehen; am besten ist es, wenn $\varepsilon = 1{,}32$ e gewählt wird". Oder in der Abhandlung „Neuer magnetischer Unifilar-Theodolith", Mémoires de l'Académie Imp. des Sc. de St.-Pbg. VII Ser. P. XXXVI, № 1, Seite 32: „Dieses Verhältniss der beiden Entfernungen wurde zufolge der bekannten Regel gewählt, wonach zur Erzielung eines möglichst sicheren Resultats für p_2 sein soll: $\varepsilon = 1{,}32$ e".—Diese „bekannte Regel" wird näher nicht begründet und wo Wild dieselbe anführt, fehlt jedes Mal das Citat.

Wenn man bei Lamont etwas darüber sucht, so findet man in allen seinen Schriften folgende Angaben im Handbuch des Erdmagnetismus Seite 233, 234, 237, 243 und 246:

Seite 233. Zweite Hauptlage von Gauss. Es handelt sich um die Bestimmung von H aus der Formel

$$\frac{M}{H} = \frac{\varepsilon^3 \operatorname{tg} \psi_2 - e^3 \operatorname{tg} \psi_1}{\varepsilon^2 - e^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (52)$$

und „um eine möglichst vortheilhafte Bestimmung zu erhalten, sollen sich die Distanzen e und ε verhalten, wie 1 : 1,32". Hier wird also H und nicht p_2 oder p_4 bestimmt, und zwar H in der zweiten Hauptlage. Für die erste Hauptlage von Gauss wird Seite 234 ein anderes Verhältniss angegeben, nämlich e zu ε soll gleich $1 : \sqrt{3}$ sein, also 1 : 1,73. Für die eignen Hauptlagen giebt Lamont Seite 243 und 246 Grössen an, ohne auf das Verhältniss Rücksicht zu nehmen, und Seite 237 kommt er zum Schluss „der Werth η darf nicht wohl über $\frac{4}{10}$ gehen, wenn die kleinere Ablenkung genau gemessen werden soll". Hier bezeichnet η das Verhältniss e : ε.

Den Ursprung der Zahl 1,32 findet man in einer Fussnote in der Abhandlung von Goldschmidt „Ueber die Bestimmung der absoluten Intensität" in den Resultaten des magnetischen Vereins im Jahre 1840, Seite 130, wo die Gleichung 52 discutiert wird und es sich weder um p_2, noch p_4 handelt, sondern um die Bestimmung von $\frac{M}{H}$. Goldschmidt sucht das Minimum für $d\left(\frac{M}{H}\right)$ bei einem Feh-

ler $d\psi$ in den Ablenkungswinkeln ψ_1 und ψ_2, wobei $d\psi_1$ und $d\psi_2$ sowohl dem Sinne, als auch der Grösse nach gleich angenommen wird und etwaige Fehler in den Entfernungen de und $d\varepsilon$ gleich Null gesetzt werden und findet für dieses Minimum für $d\left(\frac{M}{H}\right)$ die Relation

$$3\,r^{10} - 5\,r^8 - 2 = 0$$

wo $r = \varepsilon : e$, und findet für diese Gleichung fünften Grades einen „genäherten" Werth $= 1{,}32$. In der Abhandlung „Объ опредѣленіи величины и направленія силы однороднаго магнитнаго поля" (Kasan, 1888) findet Г. Н. Шебуевъ den Werth

$$\frac{1}{r} = 1.3189$$

als einzige reelle Wurzel dieser Gleichung. Auch Шебуевъ giebt keine Quelle an.

Mascart giebt, ebenfalls ohne Angabe der Quelle, Seite 118 seines „Traité du Magnétisme terrestre" das Verhältniss $\varepsilon : e = 1{,}29$ und gelangt dazu durch folgende Betrachtung:

Die Gleichung 50 schreibt er

$$\frac{\varepsilon^3 \sin\psi_2}{e^3 \sin\psi_1} = \frac{1 + \frac{p_2}{\varepsilon^2} + \frac{p_4}{\varepsilon^4} + \frac{p_6}{\varepsilon^6} + \cdots}{1 + \frac{p_2}{e^2} + \frac{p_4}{e^4} + \frac{p_6}{e^6} + \cdots} = r = \frac{1 + p^1}{1 + p}$$

woraus

$$\frac{p}{\varepsilon^2} = \frac{1 - r}{r - \left(\frac{e}{\varepsilon}\right)^2} = \frac{1 - \frac{\varepsilon^3 \sin\psi_2}{e^3 \sin\psi_1}}{\frac{\varepsilon^3 \sin\psi_2}{e^3 \sin\psi_1} - \frac{e^2}{\varepsilon^2}}$$

abgeleitet wird und dann unter der Annahme $r = 1$ für den Fehler

$$d\left(\frac{p}{\varepsilon^2}\right) = -\frac{1}{\left(\frac{e}{\varepsilon}\right)^3 \left[1 - \left(\frac{e}{\varepsilon}\right)^2\right]} \cdot \frac{d\psi}{\sin\psi}$$

abgeleitet und daraus die Bedingung für das Minimum für $d\left(\frac{p}{\varepsilon^2}\right)$,

resp. für das Maximum von $\left(\frac{e}{\varepsilon}\right)^3\left[1-\left(\frac{e}{\varepsilon}\right)^2\right]$ gesucht, welches sich zu

$$5\left(\frac{e}{\varepsilon}\right)^2-3=0$$

ergiebt und daraus wird

$$\frac{e}{\varepsilon}=\sqrt{\frac{3}{5}} \text{ oder } \varepsilon : e = 1{,}29$$

ermittelt. Hier gelten dieselben Einschränkungen, die Goldschmidt eingeführt hat.

Wenn man erwägt, welche Voraussetzungen hier gemacht werden, so muss man zu dem Schluss gelangen, dass diese „bekannte Regel“ sehr wenig für sich hat.

Zum Schluss dieses Abschnittes wollen wir noch das Verhältniss der Magnetlänge zur Poldistanz untersuchen. Es sei $2l$ die Länge des Magnets und $2r$ die Poldistanz desselben, c eine Constante, die das Verhältniss beider bestimmt nach der Relation

$$c\,2l = 2r.$$

Wir kennen nur die Magnetlängen und mit Hülfe der Constanten c berechnen wir die Poldistanz. Setzen wir anstatt r_1 und r_2 die halben Längen l_1 und l_2 in unsere Formeln ein, so haben wir anstatt der Reihe in der Klammer der Formel 16

$$1+\frac{c^2p_2}{e^2}+\frac{c^4p_4}{e^4}+\frac{c^6p_6}{e^6}+\cdots$$

wo $c < 1$ ist.

Für den Fehler der Horizontal-Intensität haben wir alsdann

$$dH = H_1 \sum_{n=1}^{\infty} 2n.C^{2n-1}\frac{p_n'''}{e^n}\,dc. \quad \ldots\ldots \quad (53)$$

wo in den Grössen p_n anstatt r nunmehr l zu setzen ist. Für das erste Glied allein haben wir

$$dH = \frac{2\,H_1 c p_2'''}{e^2}\,dc \quad \ldots\ldots\ldots \quad (54)$$

und wenn wir dieses auf die Beobachtungen von Pawlowsk mit dem Theodolithen № 59 anwenden, so haben wir nach der Einleitung zum Jahrgang 1878, Seite XLVII u. ff. nachstehende Daten.

$$p_2 = 1144.5$$
$$c = 0.85$$
$$\text{folglich } p_2''' = 1582$$
$$e = 230$$
$$H_1 = 1.6$$

Hieraus findet man

$$dH = 0.0767\, dc.$$

Nun schwankt die Grösse c bei den einzelnen Autoren von 0.5 bis 1.0 und wenn wir nur $dc = \pm 0.1$ zulassen, so veranlasst dieses bereits einen Fehler von

$$dH = \pm 0.00767 \text{ mg. mm. sec.}$$

Die Horizontal-Intensität von 1.63460 besteht im vorliegenden Fall aus 1.60000, welches von p unabhängig ist und aus 0.03460, dem Theil p.H bei $c = 0.85$. Nimmt man c zu 0.75 an, so geht der von p abhängige Theil auf 0.02693, oder um 0.00767 herunter. Wir haben in dem Falle die „absolute“ Horizontal-Intensität 1.63460, wenn $c = 0.85$ ist; wenn c aber etwa 0.75 beträgt, so haben wir nur 1.62693.

Wir können hier nur das wiederholen, was wir Seite 140 bereits gesagt haben: Der ärgste Feind unserer „absoluten“ Intensitäts-Bestimmungen ist die Grösse c und die Magnetologen müssten nach Kräften diese Grösse untersuchen. Keine einzige Fehlerquelle bei modernen Methoden und Instrumenten ist so einflussreich, wie die Grösse c und doch wird sie zur Zeit ganz vernachlässigt. Wie es nach den Untersuchungen von Eschenhagen „Ueber die Ablenkungskonstante bei den absoluten Bestimmungen der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus“ (Sonderabdruck aus dem Polarwerk) den Anschein hat, ändert sich die Constante c mit dem magnetischen Moment und dadurch wird die Frage noch complicirter.

Aufhängung des abgelenkten Magnets I.

Soll der Magnet I sich drehen können, so muss er an einem Faden aufgehängt oder auf eine Spitze gesetzt werden. In beiden Fällen ist es wahrscheinlich, dass die Drehungsaxe nicht durch das

Centrum des Magnets geht, sondern etwas in der Richtung der Axe verschoben ist. Die horizontale Verschiebung senkrecht zur Axe wäre einem Fehler de der Entfernung e gleichwerthig. So lässt sich auch eine Verschiebung der Drehungsaxe in beliebiger horizontaler Richtung in zwei Componenten zerlegen, von denen die zur Axe senkrechte Componente als de in Rechnung käme und bei zweiseitigen Ablenkungen wirkungslos bliebe, während die in die Axenrichtung fallende Componente den Gegenstand dieses Capitels bildet. Die Magnetnadel an und für sich würde sich in der Inclinationsrichtung einstellen; um dies zu verhüten, muss sie etwas der Länge nach verschoben werden und wenn sie mit einer Suspensions-Vorrichtung aufgestellt wird, so wird die horizontale Stellung durch eine excentrische Magnetstellung hervorgebracht und zwar die Mitte des Magnets I um einen kleinen Betrag x von dem Drehungscentrum entfernt. Die Entfernung e werde vom Drehungscentrum zur Mitte des ablenkenden Magnets II gemessen.

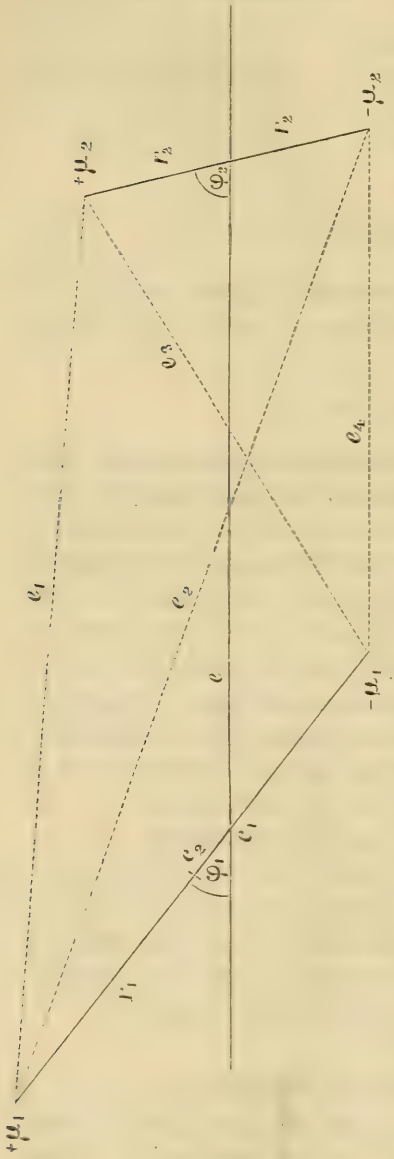


Fig. 10.

In der Figur X ist c_1 das Drehungscentrum, c_2 die Mitte des Magnets I und $x = c_1 c_2$. Die Gleichung 1 erfährt hier einige Umformungen weil wir anstatt r_1 die Werthe $(r_1 + x)$ und $(r_1 - x)$ einführen müssen, und unsere Gleichung 2 schreibt sich alsdann in folgender Form:

$$
\begin{aligned}
e_1^2 &= (e + (r_1 + x)\cos\varphi_1 - r_2\cos\varphi_2)^2 + \\
&\quad + ((r_1 + x)\sin\varphi_1 - r_2\sin\varphi_2)^2 \\
e_2^2 &= (e + (r_1 + x)\cos\varphi_1 + r_2\cos\varphi_2)^2 + \\
&\quad + ((r_1 + x)\sin\varphi_1 + r_2\sin\varphi_2)^2 \\
e_3^2 &= (e - (r_1 - x)\cos\varphi_1 - r_2\cos\varphi_2)^2 + \\
&\quad + ((r_1 - x)\sin\varphi_1 + r_2\sin\varphi_2)^2 \\
e_4^2 &= (e - (r_1 - x)\cos\varphi_1 + r_2\cos\varphi_2)^2 + \\
&\quad + ((r_1 - x)\sin\varphi_1 - r_2\sin\varphi_2)^2
\end{aligned}
\qquad \ldots (55).
$$

Daraus findet man:

$$
\begin{aligned}
\frac{1}{e_1} &= \frac{1}{e}\left[1 + \frac{(r_1 + x)^2 + r_2^2}{e^2} + \frac{2(r_1 + x)}{e}\cos\varphi_1 - \right. \\
&\quad \left. - \frac{2r_2}{e}\cos\varphi_2 - \frac{2(r_1 + x)r_2}{e^2}\cos\Delta\right]^{-1/2} \\
\frac{1}{e_2} &= \frac{1}{e}\left[1 + \frac{(r_1 + x)^2 + r_2^2}{e^2} + \frac{2(r_1 + x)}{e}\cos\varphi_1 + \right. \\
&\quad \left. + \frac{2r_2}{e}\cos\varphi_2 + \frac{2(r_1 + x)r_2}{e^2}\cos\Delta\right]^{-1/2} \qquad (56). \\
\frac{1}{e_3} &= \frac{1}{e}\left[1 + \frac{(r_1 - x)^2 + r_2^2}{e^2} - \frac{2(r_1 - x)}{e}\cos\varphi_1 - \right. \\
&\quad \left. - \frac{2r_2}{e}\cos\varphi_2 + \frac{2(r_1 - x)r_2}{e^2}\cos\Delta\right]^{-1/2} \\
\frac{1}{e_4} &= \frac{1}{e}\left[1 + \frac{(r_1 - x)^2 + r_2^2}{e^2} - \frac{2(r_1 - x)}{e}\cos\varphi_1 + \right. \\
&\quad \left. + \frac{2r_2}{e}\cos\varphi_2 - \frac{2(r_1 - x)r_2}{e^2}\cos\Delta\right]^{-1/2}
\end{aligned}
$$

Diesen Gleichungen geben wir die folgende Form:

$$
\begin{aligned}
\frac{1}{e_1} = \frac{1}{e}\Bigg\{ & 1 + \left(\frac{r_1^2 + r_2^2 + x^2}{e^2} + \frac{2x}{e}\cos\varphi_1\right) + \frac{2r_1}{e}\left(\frac{x}{e} + \cos\varphi_1\right) - \\
& - \frac{2r_2}{e}\left(\frac{x\cos\Delta}{e} + \cos\varphi_2\right) - \frac{2r_1r_2}{e^2}\cos\Delta\Bigg\}^{-1/2}
\end{aligned}
$$

$$\frac{1}{e_2} = \frac{1}{e}\left\{1 + \left(\frac{r_1^2 + r_2^2 + x^2}{e^2} + \frac{2x}{e}\cos_1\varphi\right) + \frac{2r_1}{e}\left(\frac{x}{e} + \cos\varphi_1\right) + \right.$$

$$\left. + \frac{2r_2}{e}\left(\frac{x\cos\Delta}{e} + \cos\varphi_2\right) + \frac{2r_1r_2}{e^2}\cos\Delta\right\}^{-1/2} \qquad (57).$$

$$\frac{1}{e_3} = \frac{1}{e}\left\{1 + \left(\frac{r_1^2 + r_2^2 + x^2}{e^2} + \frac{2x}{e}\cos\varphi_1\right) - \frac{2r_1}{e}\left(\frac{x}{e} + \cos\varphi_1\right) - \right.$$

$$\left. - \frac{2r_2}{e}\left(\frac{x\cos\Delta}{e} + \cos\varphi_2\right) + \frac{2r_1r_2}{e^2}\cos\Delta\right\}^{-1/2}$$

$$\frac{1}{e_4} = \frac{1}{e}\left\{1 + \left(\frac{r_1^2 + r_2^2 + x^2}{e^2} + \frac{2x}{e}\cos\varphi_1\right) - \frac{2r_1}{e}\left(\frac{x}{e} + \cos\varphi_1\right) + \right.$$

$$\left. + \frac{2r_2}{e}\left(\frac{x\cos\Delta}{e} + \cos\varphi_2\right) - \frac{2r_1r_2}{e^2}\cos\Delta\right\}^{-1/2}$$

Bezeichnet man den Ausdruck in der geschweiften Klammer (57) ohne die Zahl 1 mit λ_1', λ_2', λ_3' und λ_4', setzt diese in die Formel und entwickelt die λ' nach abnehmenden Potenzen des Binoms $(1+\lambda')^{-1/2}$, so erhält man die Formel 4, wo nur die Grössen λ' die obigen Werthe haben. Es ist also auch hier

$$V = \frac{\mu_1\mu_2}{e}\left\{-\frac{1}{2}\left[\lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_3 + \lambda_4\right] + \frac{1.3}{2.4}\left[\lambda_1^2 - \lambda_2^2 - \lambda_3^2 + \lambda_4^2\right] - \right.$$

$$\left. - \frac{1.3.5}{2.4.6}\left[\lambda_1^3 - \lambda_2^3 - \lambda_3^3 + \lambda_4^3\right] + \cdots\right\} \quad . \; . \; . \; . \; (58)$$

und diese giebt analog der Formel 6

$$\lambda_1'^n = (-1)^b\lambda_2'^n; \quad \lambda_3'^n = (-1)^{a-c}\lambda_2'^n; \quad \lambda_4'^n = (-1)^{a-c+b}\lambda_2'^n$$

wo

$$\lambda_m'^n = (A_1 \pm B_1 \pm C_1 \pm D_1)^n = \sum_{a=o}^{a=n}\sum_{b=o}^{b=a}\sum_{c=o}^{c=b} n!\,\frac{A_1^{n-a}B_1^{a-b}C_1^{b-c}D_1^{c}}{(n-a)!\,(a-b)!\,(b-c)!\,c!}$$

ist, während zur Abkürzung steht:

$$A_1 = \frac{r_1^2 + r_2^2 + x^2 + 2xe\cos\varphi_1}{e^2}$$

$$B_1 = \frac{2r_1}{e}\left(\frac{x}{e} + \cos\varphi_1\right)$$

$$C_1 = \frac{2 r_2}{e}\left(\frac{x \cos\Delta}{e} + \cos\varphi_2\right)$$

$$D_1 = \frac{2 r_1 r_2}{e^2} \cos\Delta.$$

Nach Einführung dieser Werthe in die Formel 58 geht diese in die folgende Form über:

$$V = \frac{M_1 M_2}{e^3} \sum_{n=1}^{n=\infty} \sum_{a=1}^{a=n} \sum_{b=1}^{b=a} \sum_{c=o}^{c=b} (-1)^{n+1} \frac{(2n)!}{n!\,2^n} \frac{1}{e^{2n-a+c-2}} \cdot$$

$$\cdot \frac{(r_1^2 + r_2^2 + x^2 + 2xe\cos\varphi_1)^{n-a}}{2^{n-a} \cdot (n-a)!} \cdot$$

$$\cdot \frac{r_1^{a-b+c-1} r_2^{b-1} \left(\frac{x}{e} + \cos\varphi_1\right)^{a-b} \left(\frac{x}{e}\cos\Delta + \cos\varphi_2\right)^{b-c} \cos^c\Delta}{(a-b)!\,(b-c)!\,c!} \quad (59)$$

Diese Formel ist identisch mit der Gleichung 12, wenn wir $x = 0$ setzen. Wir wollen sie nur etwas umschreiben.

$$V = \frac{M_1 M_2}{e^3} \sum_{n=1}^{n=\infty} \sum_{a=1}^{a=n} \sum_{b=1}^{b=a} \sum_{c=0}^{c=b} (-1)^{n+1} \frac{(2n)!}{n!\,2^n} \cdot \frac{1}{e^{2n-2}} \cdot$$

$$\cdot \frac{(r_1^2 + r_2^2 + x^2 + 2xe\cos\varphi_1)^{n-a}}{(n-a)!\,2^{n-a}} \cdot$$

$$\cdot \frac{r_1^{a-b+c-1} r_2^{b-1} \cos^c\Delta}{(a-b)!\,(b-c)!\,c!} (x + e\cos\varphi_1)^{a-b} \cdot (x\cos\Delta + e\cos\varphi_2)^{b-c} \quad (60).$$

Durch Differentiation nach φ_1 findet man für das Gleichgewicht, analog der Formel 15 die folgende allgemeine Formel für die Componente K der erdmagnetischen Intensität:

$$K \sin\psi = \frac{M_2}{e^3} \sum_{n=1}^{n=\infty} \sum_{a=1}^{a=n} \sum_{b=1}^{b=a} \sum_{c=0}^{c=b} (-1)^n \frac{(2n)!}{n!\,2^n} \cdot \frac{1}{e^{2n-2}} \cdot$$

$$\frac{r_1^{a-b+c-1} r_2^{b-1}}{2^{n-a}(n-a)!\,(a-b)!\,(b-c)!\,c!} \Big\{$$

$$\Big\{ 2(n-a)[r_1^2 + r_2^2 + x^2 + 2ex\cos\varphi_1]^{n-a-1} \cdot \cos^c\Delta (x + e\cos\varphi_1)^{a-b} \cdot$$

$$\cdot (x \cos \Delta + e \cos \varphi_2)^{b-c} . xe \sin \varphi_1 +$$

$$+ c[r_1^2 + r_2^2 + x^2 + 2 ex \cos \varphi_1]^{n-a} . \cos^{c-1} \Delta (x + e \cos \varphi_1)^{a-b} \cdot$$

$$\cdot (x \cos \Delta + e \cos \varphi_2)^{b-c} . \sin \Delta +$$

$$+ (a - b)[r_1^2 + r_2^2 + x^2 + 2 ex \cos \varphi_1]^{n-a} . \cos^c \Delta (x + e \cos \varphi_1)^{a-b-1} .$$

$$\cdot (x \cos \Delta + e \cos \varphi_2)^{b-c} . e \sin \varphi_1 +$$

$$+ (b - c)[r_1^2 + r_2^2 + x^2 + 2 ex \cos \varphi_1]^{n-a} . \cos^c \Delta (x + e \cos \varphi_1)^{a-b} .$$

$$\cdot (x \cos \Delta + e \cos \varphi_2)^{b-c} . x \sin \Delta \Big\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (61).$$

Die Grösse x ist fast immer eine kleine, aber unbekannte Grösse und daher wird man sie rechnerisch wohl nicht verfolgen, wenn nicht besondere Untersuchungen excentrisch suspendierter Magnete, die durch Belastungs-Gewichte in horizontaler Stellung gehalten werden — und für solche habe ich ursprünglich diese Formeln aufgestellt—Ausdrücke mit höheren Gliedern erforderlich machen. Für gewöhnliche Beobachtungen wird die vorstehende Formel meist dazu dienen, um festzustellen, welcher Betrag der Grösse x bei gegebenen Bedingungen noch vernachlässigt werden kann und für diesen Zweck genügt es, sich auf nachstehende drei Glieder zu beschränken.

$$H \sin \psi = \frac{M_2}{e^3} \Big\{ \frac{1}{e^0} \Big[- \sin \Delta + 3 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \Big] + \qquad (62)$$

$$+ \frac{1}{e^1} \Big[6 x (\cos \varphi_1 \sin \Delta + \sin \varphi_1 \cos \Delta) - 30 x \sin \varphi_1 \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \Big] +$$

$$+ \frac{1}{e^2} \Big[\frac{3}{2} \sin \Delta (r_1^2 + r_2^2 + 3 x^2) - \frac{15}{2} \sin \Delta (r_1^2 \cos^2 \varphi_1 + r_2^2 \cos^2 \varphi_2 +$$

$$+ 3 x^2 \cos^2 \varphi_1) - 15 \cos \Delta (r_1^2 + 3 x^2) \sin \varphi_1 \cos \varphi_1 -$$

$$- \frac{15}{2} \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 (r_1^2 + r_2^2 + 2 x^2) +$$

$$+ \frac{105}{2} \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \Big(r_1^2 \cos^2 \varphi_1 + \frac{r_2^2}{3} \cos^2 \varphi_2 + 3 x^2 \cos^2 \varphi_1 \Big) \Big] + \cdots \Big\}$$

Wir wollen nun auf die vier Hauptlagen übergehen und für diese nachstehende Ausdrücke ableiten.

Gauss: erste Hauptlage.

$$H \sin \psi = \frac{2 M_2}{e^3} \left\{ \frac{\cos \psi}{e} - \frac{9 x}{e^1} \cos \psi \sin \psi + \frac{\cos \psi}{e^2} \left[\frac{3}{4} (r_1^2 + r_2^2 + 3 x^2) - \right.\right.$$

$$- \frac{15}{4} \left((r_1^2 + x^2) \sin^2 \psi + r_2^2 \right) - \frac{15}{2} \sin^2 \psi \, (r_1^2 + 3x) -$$

$$\left.\left. - \frac{15}{4} (r_1^2 + r_2^2 + 2x^2) + \frac{105}{4} \left([r_1 + 3 x] \sin^2 \psi + \frac{r_2^2}{3} \right) \right] + \cdots \right\}$$

oder:

$$H \sin \psi = \frac{2 M_2}{e^3} \cos \psi \left\{ 1 - \frac{9 x}{e} \sin \psi + \frac{1}{e^2} \left[2 r_2^2 - 3 r_1^2 (1 - 5 \sin^2 \psi) - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \frac{21}{4} x^2 (1 - 10 \sin^2 \psi) \right] \cdots \right\} \quad \ldots\ldots \quad (63).$$

Gauss: zweite Hauptlage.

$$H \sin \psi = \frac{M_2 \cos \psi}{e^3} \left\{ 1 - \frac{6 x}{e} \left(\cos \psi - \frac{\sin^2 \psi}{\cos \psi} \right) - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{e^2} \left(\frac{3}{2} r_2^2 - (r_1^2 + 3 x^2)(6 - \frac{45}{2} \sin^2 \psi) \right) \cdots \right\} \quad \ldots \quad (64).$$

Lamont: erste Hauptlage.

$$H \sin \psi = \frac{2 M_2}{e^3} \left\{ 1 + \frac{1}{e^2} \left[2 r_2^2 - 3 r_1^2 - \frac{21}{4} x^2 \right] + \cdots \right\} \quad (65)$$

Lamont: zweite Hauptlage.

$$H \sin \psi = \frac{M}{e^3} \left\{ 1 - \frac{6 x}{e} - \frac{1}{e^2} \left[\frac{3}{2} r_2^2 - 6 (r_1^2 + 3 x^2) \right] - \cdots \right\} \quad (66).$$

Die Formel 62 zeigt, dass die Grösse x in dem ersten Gliede noch nicht vorkommt und dieses erste Glied ist frei von allen secundären Einflüssen, wie zum Beispiel vom Einfluss der Querdimensionen, excentrische Aufhängung und dergl. Dieselbe Formel 62 zeigt aber auch, dass mit der Grösse x sofort alle ungraden Potenzen der Entfernung e auftreten und dadurch wird die übliche Beobachtung in zwei Entfernungen um den Coefficienten p_2 entweder zu elimi-

niren oder zu bestimmen, zu Schanden. In der ersten Hauptlage von Lamont wird das Glied mit $\frac{x}{e}$ gleich Null, wodurch die Bestimmung von p_2 nicht leidet, in den übrigen drei Hauptlagen hat aber das Glied $\frac{x}{e}$ einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss.

In dem Coefficienten p_2 compariert die Grösse x neben r_1 und vergrössert r_1^2 um $2x^2$ bis $3x^2$. Dadurch gewinnt man ohne Weiteres einen Ueberblick über die Bedeutung von x, welches in der Ablenkungsformel früher auftritt, als die Poldistanzen, nämlich im Gliede $\frac{p'}{e_1}$, während die Poldistanzen erst in dem nächstfolgenden Gliede auftreten und da vereint r_1^2 mit x^2. Wir begegnen Grössen von folgender Ordnung:

$$\frac{r_1^2}{e^2}, \quad \frac{3x^2}{e^2}, \quad \frac{6\,ex\cos\psi}{e^2} \quad \text{und} \quad \frac{9\,ex\sin\psi}{e^2}.$$

Bei den Beobachtungen in Pawlowsk wurden Entfernungen von 750 mm und 1000 mm benutzt, während $r_1^2 = 2025$ mm erreichte. In der zweiten Hauptlage ergiebt $x = 0.5$ mm, resp. $x = 0.3$ mm bei $\frac{6\,ex\cos\psi}{e^2}$ genau denselben Einfluss, den ein Magnet von 90 mm Länge hat, denn die Relation

$$r_1^2 = 6\,ex\cos\psi$$

zeigt, dass bei grossen Entfernungen der Einfluss von x grösser ist, als bei kleinen und da sieht man wiederum, wie misslich es ist, die Constanten p durch Ablenkungen bei den Gauss'schen Hauptlagen bestimmen zu wollen.

In der zweiten Hauptlage von Lamont haben wir es mit dem Werth

$$\frac{6\,xe}{e^2} \quad \text{neben} \quad \frac{r_1^2 + 3\,x^2}{e^2}$$

zu thun, während die erste Lamont'sche Hauptlage anstatt

$$\frac{r_1^2}{e^2} \quad \text{den Werth} \quad \frac{r_1^2 + {}^7/_4\,x^2}{e^2}.$$

erfordert. In der zweiten Hauptlage muss 6 xe mit r_1^2 verglichen werden, in der ersten $^7/_4\, x^2$ mit r_1^2. Offenbar ist der Einfluss bei 6 xe sehr viel grösser, als bei $^7/_4\, x^2$, mithin ist eine Abweichung x in der zweiten Hauptlage um 3.4.e Mal einflussreicher, als in der ersten, und beobachtet man bei einer Entfernung von 300 mm, so ist der Einfluss in der zweiten Hauptlage in runder Zahl tausend Mal grösser, als in der ersten Hauptlage. Wir wollen nur noch bei dem tausend Mal kleineren Einfluss etwas verweilen.

Seite 139 haben wir gesehen, dass

$$dH = -0.00061\, dr$$

ist, oder ein Fehler dr Millimeter in der Ausmessung von r giebt einen Fehler von 0.00061 mg. mm. sec. in der Horizontal-Intensität. Betrachten wir $^7/_4\, x^2$ als dr, so giebt jedes Millimeter von x einen Unterschied von 0.00080 mg. mm. sec. Soll die Sicherheit der absoluten Messung der Intensität ± 0.00001 betragen, so darf die Drehungsaxe des abgelenkten Magnets I von der die Centra der beiden Magnete verbindenden Linie um nicht mehr, als 0.01 mm abweichen. Wenn der Magnet einen Halter und derselbe einen Spiegel hat, die ganze Masse so äquilibrirt wird, dass der Spiegel das Licht aus dem Fernrohr in's Fernrohr zurückreflectirt, was beim Lamontschen der Fall sein muss, da kann von $x \leqq 0.01$ mm wohl nicht die Rede sein. Es ist ein Fehler jedes Mal vorhanden und zwar ein ziemlich constanter. Was geschieht, wenn der Beobachter das Bild nicht im Gesichtsfelde des Fernrohrs hat? Man hängt den Magnet von Neuem ein oder verschiebt den Magnet, und damit hat man an der Grösse x noch ein dx erzielt.

Wenn man alle Fehlerquellen bei absoluten Ablenkungs-Beobachtungen zusammenfasst, so kann man schwerlich behaupten, dass die gewonnenen Grössen absolute Werthe sind. Wir müssen uns bemühen, die Fehlerquellen herauszufinden, sie nach Möglichkeit vermeiden und durch Construction auszuschliessen versuchen und was nicht ausgemerzt werden kann, muss auf ein Minimum reduciert werden.

ZWEITER THEIL.

Hohlcylindrische Magnete mit Polkreisen.

Hohlcylindrische Magnete haben den Vortheil, dass sie ein grösseres Verhältniss des magnetischen Moments zum Gewicht haben, was besonders wichtig für Schwingungsbeobachtungen ist. Ausserdem lassen sich in ihnen leicht Spiegel einfügen, falls sie als abgelenkte Magnete I benutzt werden sollen und in denselben ist der Spiegel geschützter, als an der Magnetfassung, wodurch die Collimation (Winkel zwischen der magnetischen und der optischen Axe) constanter wird. Ferner kann man hohlcylindrische Magnete mit bestem Erfolge für Collimator-Ablesung benutzen. Doch das Wichtigste ist, dass wir wissen, wo wir den Sitz des Magnetismus zu suchen haben, falls letzterer an die Masse gebunden ist. Haben wir einen Vollmagnet beliebiger Form, so wissen wir, dass der Pol in einer gewissen Tiefe sitzt, in welcher, ist uns nicht bekannt. Bei parallelepipedischen Stäben hat Prof. Chwolson die Annahme gemacht, dass an den Enden in einer gewissen Tiefe und in einer gewissen Entfernung von den Seitenflächen vier Pole den vier Ecken entsprechend lägen. Wahrscheinlicher ist es, dass anstatt der Eckpole Reihen von Polen vorhanden sind, die der Dicke und Breite entsprechende Vierecke bilden und noch wahrscheinlicher nicht nur ein Viereck, sondern mehrere ineinanderliegende, die allmählig kleiner und kleiner werden bis sie auf einen Punct zusammen schmelzen. Bei einem Vollcylinder dürften diese Vierecke sich in Kreise umsetzen und wir hätten eine Reihe von Kreisen die sich allmählich verkleinernd in einem Punct enden. Bei Hohlcylindern fällt die innere Masse mit den allmählich sich verkleinernden Polkreisen fort und wir behalten nur eine Reihe von äussern Kreisen, deren Dimensionen lediglich von der Wanddicke abhängen. Wenn wir diese Wanddicke des Hohlcylinders möglichst klein wählen und bedenken, dass der Magnetismus nicht an der Oberfläche seinen Sitz hat, sondern in einer Tiefe von etwa $^1/_5$ von der äusseren und $^1/_5$ von der inneren Fläche, so kann man den Sitz des Magnetismus auf $^3/_5$ der Wanddicke veranschlagen. Ist D der äussere und d der innere Durchmesser, die Wanddicke also $\frac{D-d}{2}$, so wird die magnetische Wanddicke

nur $^3/_{10}$ (D—d) betragen. Prof. Dr. M. Th. Edelmann in München hat mir für meine Ablenkungs-Beobachtungen im Jahre 1897 auf mein Ansuchen Magnete herstellen lassen und mir zur Verfügung gestellt, die bei einer Länge von 110 mm. und äusserem Durchmesser von 10 mm. eine Wanddicke von 0,2 mm. hatten. Ich benutze diese Gelegenheit, um Herrn Prof. Edelmann meinen verbindlichsten Dank abzustatten. Bei diesen Magneten würde die magnetische Wanddicke 0,12 mm. betragen und wenn wir vom Centrum des magnetischen Polkreises die Poldistanz rechnen, so würde sie 4,9 mm. $\pm$ 0,06 mm. betragen, wobei die äussersten Schichten der magnetischen Wanddicke 1,2 % von dem mittleren Radius abstehen. Wir können also bei dünnwandigen hohlcylindrischen Magneten mit grösserer Sicherheit, als bei Vollcylindern oder andern Vollmagneten eine Annahme über den Sitz des Magnetismus machen. Aus dem Grunde habe ich die hohlcylindrischen Magnete zum Gegenstande der Untersuchung in diesem Theil der vorliegenden Abhandlung gemacht.

Wir nehmen hier, wie im ersten Theil, zwei Magnete I und II und bezeichnen mit r_1 und r_2 die Entfernung der Polkreise von der Mitte der Magnete, die Verbindungslinie der Centra der beiden Magnete mit e und die Winkel, welche diese Verbindungslinie e mit den Axen der Magnete bildet, mit φ_1 und φ_2. Den Nordpolkreis der Magnete I und II bezeichnen wir mit NI und NII und den Südpolkreis dem entsprechend mit SI und SII. Die Polkreise des Magnets I haben den Radius ρ_1 und die Polkreise von II den Radius ρ_2. Alle Puncte der einzelnen Polkreise eines Magnets wirken auf alle Puncte der beiden Polkreise des andern und die Entfernungen aller Puncte sind verschieden. Wir hatten im ersten Theil dieser Arbeit die Entfernungen der Polpuncte mit e_1 e_2 e_3 und e_4 bezeichnet. Diese Bezeichnung wollen wir hier beibehalten, soweit sie sich auf die Mittelpuncte dieser Polkreise beziehen, und da wir vorläufig noch nicht mit den Mittelpuncten rechnen können, sondern mit einzelnen Puncten der Kreise, so wollen wir, um dies anzudeuten, den Index verdoppeln und schreiben dem entsprechend e_{11} e_{22} e_{33} und e_{44} und diese Schreibweise bedeutet:

e_{11} ist die Entfernung irgend eines Punctes des Nordpolkreises des Magnets I, also NI von irgend einem Puncte des Nordpolkreises des Magnets II, und das schreiben wir abgekürzt e_{11} = NI . . NII.

Wenn wir die übrigen Entfernungen ebenso ausdrücken, so haben wir:

$$e_{11} = NI..NII$$
$$e_{22} = NI..SII$$
$$e_{33} = SI..NII$$
$$e_{44} = SI..SII.$$

Wenn wieder $\pm \mu_1$ und $\pm \mu_2$ den Magnetismus eines Punctes bezeichnen, so findet man das Potential eines Polkreises auf den andern durch folgende Summen:

$$V(NI..NII) = + \Sigma \frac{\mu_1 \mu_2}{e_{11}}$$

$$V(NI..SII) = - \Sigma \frac{\mu_1 \mu_2}{e_{22}}$$

$$V(SI..NII) = - \Sigma \frac{\mu_1 \mu_2}{e_{33}}$$

$$V(SI..SII) = + \Sigma \frac{\mu_1 \mu_2}{e_{44}}$$

Mit Hülfe dieser Symbole erhalten wir für das Potential des einen Magnets auf den andern folgenden Ausdruck:

$$V = \mu_1 \mu_2 \left\{ \Sigma \frac{1}{e_{11}} - \Sigma \frac{1}{e_{22}} - \Sigma \frac{1}{e_{33}} + \Sigma \frac{1}{e_{44}} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

Die Entfernungen der einzelnen Puncte müssen auf gegebene Grössen gebracht werden und als gegeben haben wir zu betrachten: die Entfernung e der Centra der Magnete, die Radien der Polkreise ρ_1 und ρ_2, die Abstände r_1 und r_2 der Centra der Polkreise von den Centren der Magnete (entsprechend den Poldistanzen des ersten Theils) und die Winkel φ_1 und φ_2.

In der Figur XI bezeichnen die Kreise $A_1B_1C_1D_1$ und $A_2B_2C_2D_2$ die Polkreise der Magnete I und II. Die Linien A_1C_1 und A_2C_2 bezeichnen die horizontalen Durchmesser und die Linien B_1D_1 und B_2D_2 die verticalen Durchmesser der Polkreise und die Linien a_1c_1 und a_2c_2 bezeichnen die Radien ρ_1 und ρ_2 der Polkreise.

Die Entfernung der Centra $c_1 c_2$ sei, wie im ersten Theil, e_1, e_2, e_3 und e_4. Demnach haben wir für die Entfernungen 9 verschiedene Bezeichnungen, die streng auseinander zu halten sind.

In der Figur XI bildet $c_1 c_2$ eine der Linien e_{11}, e_{22}, e_{33}, e_{44} und diese Linien stehen natürlich nicht senkrecht zu den durch die Polkreise gehenden Ebene, sondern bilden einen Winkel α_1, α_2, α_3 und α_4 beim Magnet I und β_1, β_2, β_3 und β_4 beim Magnet II.

Wählen wir im Polkreise $A_1 B_1 C_1 D_1$ in der Figur XI einen Punct a_1 und im Kreise $A_2 B_2 C_2 D_2$ einen Punct a_2, verbinden diese Puncte mit dem Centrum c_1 und c_2 durch den Radius ρ_1 und ρ_2, welcher mit dem Horizontaldurchmesser $A_1 C_1$ und $A_2 C_2$ den Winkel ψ_1 und ψ_2 bildet. Dann haben wir nach der Figur XI

$$\begin{aligned} b_1'' b_1' = a_1 b_1 &= \rho_1 \cos\psi_1 \\ a_2 b_2 &= \rho_2 \cos\psi_2 \\ b_1 c_1 &= \rho_1 \sin\psi_1 \\ b_2 c_2 &= \rho_2 \sin\psi_2 \\ a_1 b_1'' = b_1' b_1 &= \rho_1 \sin\psi_1 - \rho_2 \sin\psi_2 \end{aligned}$$

Aus dem rechtwinkligen Dreieck $a_1 a_2 b_1''$ folgt die Entfernung e_{11} der beiden Puncte a_1 und a_2 aus der Gleichung

$$e_{11}^2 = (a_2 b_1'')^2 + (a_1 b_1'')^2 = (a_2 b_1'')^2 + (\rho_1 \sin\psi_1 - \rho_2 \sin\psi_2)^2 \quad .. \quad (1)$$

In der Figur XII ist der horizontale Durchschnitt $a_2 b_2 b_1' b_1''$ dargestellt und aus der Figur XI geht hervor, dass $b_2 b'_1 = e_1$ ist. Aus dem Dreieck $a_2 b_1' b_1''$ in der Figur XII folgt:

$$(a_2 b_1'')^2 = (a_2 b_1')^2 + \rho_1^2 \cos^2\psi_1 - 2\,(a_2 b_1')\rho_1 \cos\psi_1 \cos\gamma \quad .... \quad (2)$$

wenn γ den von den Seiten $a_2 b_1'$ und $a_2 b_1''$ eingeschlossenen Winkel bezeichnet. Ferner findet man aus dem Dreieck $a_2 b_1' b_2$

$$(a_2 b_1')^2 = e_1^2 + \rho_2^2 \cos^2\psi_2 - 2\, e_1 \rho_2 \cos\psi_2 \cos\beta_1 \quad ..... \quad (3)$$

und aus demselben Dreieck folgt für den Sinus des aus der Figur XII ersichtlichen Winkels δ

$$(a_2 b_1') \sin\delta = \rho_2 \cos\psi_2 \sin\beta_1$$

Ebenso findet man für $\cos\delta$

$$(a_2 b_1') \cos\delta = \frac{(a_2 b_1')^2 + e_1^2 - \rho_2^2 \cos^2\psi_2}{2 e_1} = e_1 - \rho_2 \cos\psi_2 \cos\beta_1 .$$

Da $\gamma = 180^0 - \alpha_1 - \delta$ und

$$\cos\gamma = \sin\alpha_1 \sin\delta - \cos\alpha_1 \cos\delta$$

ist, so ist auch

$$(a_2 b_1') \cos\gamma = (a_2 b_1') \sin\delta \sin\alpha_1 - (a_2 b_1') \cos\delta \cos\alpha_1$$

$$= \rho_2 \cos\psi_2 \sin\alpha_1 \sin\beta_1 + \rho_2 \cos\psi_2 \cos\alpha_1 \cos\beta_1 - e_1 \cos\alpha_1$$

$$= \rho_2 \cos\psi_2 \cos(\alpha_1 - \beta_1) - e_1 \cos\alpha_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

Mit Rücksicht auf die Gleichungen 3 und 4 kann man statt der Gleichung 2 die folgende anschreiben:

$$\left.\begin{aligned}(a_2 b_1'')^2 = e_1^2 + \rho_2^2 \cos^2\psi_2 + \rho_1^2 \cos^2\psi_1 - 2 e_1 \rho_2 \cos\psi_2 \cos\beta_1 + \\ + 2 e_1 \rho_1 \cos\psi_1 \cos\alpha_1 - 2 \rho_1 \rho_2 \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \cos(\alpha - \beta).\end{aligned}\right\} \; . \; . \; (5)$$

Substituirt man diesen Werth in die Gleichung 1, so erhält man nach geringen Umformungen:

$$\left.\begin{aligned}e_{11}^2 = e_1^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2 + 2 e_1 \rho_1 \cos\psi_1 \cos\alpha_1 - 2 e_1 \rho_2 \cos\psi_2 \cos\beta_1 - \\ - 2 \rho_1 \rho_2 [\sin\psi_1 \sin\psi_2 + \cos\psi_1 \cos\psi_2 \cos(\alpha_1 - \beta_1)]\end{aligned}\right\} \; . \; . \; (6)$$

Aehnliche Ausdrücke findet man für die Entfernungen e_{22}, e_{33} und e_{44}, nur muss

anstatt	e_1	nunmehr	e_2, e_3,	und	e_4
„	α_1	„	α_2, α_3,	„	α_4
„	β_1	„	β_2, β_3,	„	β_4

geschrieben werden. In den so gewonnenen Gleichungen müssen noch die Winkel α und β durch φ_1 und φ_2 mit Hülfe der Figur XIII ersetzt werden. Dabei ist es wesentlich, dass alle Winkel im gleichen Sinne und von der Verbindungslinie (I II) der Centra der Magnete I und II oder von einer zu dieser Linie parallelen an gerechnet werden. Für fernere Ableitungen führen wir noch die Winkel ein, welche die Linien e_1, e_2, e_3, und e_4, mit der (I, II) d. h. der Entfernung e bilden, und bezeichnen dieselben mit $\eta_1\, \eta_2\, \eta_3\, \eta_4$. Die Winkel in der Figur XIII rechnen wir in der Richtung der gekrümmten Pfeile, also α und β von dem Durchmesser des Polkreises AC bis zur Hilfslinie, welche durch die Mittelpuncte der Polkreise parallel zur Centrale I II = e gelegt ist, und von da in demselben Sinne weiter bis zur Verbindungs-Linie der Polkreise, auch dann,

wenn die Letztere zwischen dem Durchmesser des Polkreises und der Hilfslinie liegt, wie bei e_4. Setzen wir noch $\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta$ und dann haben wir

$$\left.\begin{array}{l|l|l} \alpha_1 = 90^0 - \varphi_1 + \eta_1 & \beta_1 = 90^0 - \varphi_2 + \eta_1 & \alpha_1 - \beta_1 = \Delta \\ \alpha_2 = 90 - \varphi_1 + \eta_2 & \beta_2 = 90 - \varphi_2 + \eta_2 & \alpha_2 - \beta_2 = \Delta \\ \alpha_3 = 90 - \varphi_1 + \eta_3 & \beta_3 = 90 - \varphi_2 + \eta_3 & \alpha_3 - \beta_3 = \Delta \\ \alpha_4 = 90 - \varphi_1 + \eta_4 & \beta_4 = 90 - \varphi_2 + \eta_4 & \alpha_4 - \beta_4 = \Delta \end{array}\right\} \ldots (7)$$

Für das System der Gleichungen 7 müssen wir die Werthe der Winkel $\eta_1\, \eta_2\, \eta_3\, \eta_4$ ableiten und beachten, dass in den Gleichungen 6 die Winkel α und β nur in den Formen

$$\cos(\alpha_1 - \beta_1)$$
$$e_1 \cos\alpha_1 \text{ und } e_1 \cos\beta_1$$

vorkommen. Wir brauchten also vor der Hand nur die Cosinus abzuleiten, da aber zur Controlle auch die Sinus nöthig sind, so wollen wir gleichzeitig auch diese entwickeln. Nach den Gleichungen 7 ist für alle Werthe von α_1, α_2, α_3 und α_4 und β_1, β_2, β_3 und β_4

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos\Delta. \tag{8}$$

Es ist ferner

$$\begin{aligned} e_1 \cos\alpha_1 &= e_1 \cos[90^0 - (\varphi_1 - \eta_1)] = e_1 \sin(\varphi_1 - \eta_1) = \\ &= e_1 \cos\eta_1 \sin\varphi_1 - e_1 \sin\eta_1 \cos\varphi_1 \\ e_1 \cos\beta_1 &= e_1 \cos[90^0 - (\varphi_2 - \eta_1)] = e_1 \sin(\varphi_2 - \eta_1) = \\ &= e_1 \cos\eta_1 \sin\varphi_2 - e_1 \sin\eta_1 \cos\varphi_2. \end{aligned} \tag{9}$$

Nach der Figur XIV lässt sich ohne Weiteres anschreiben:

$$\begin{aligned} e_1 \sin\eta_1 &= r_1 \sin\varphi_1 - r_2 \sin\varphi_2 \\ e_2 \sin\eta_2 &= r_1 \sin\varphi_1 + r_2 \sin\varphi_2 \\ e_3 \sin\eta_3 &= r_1 \sin\varphi_1 + r_2 \sin\varphi_2 \\ e_4 \sin\eta_4 &= r_1 \sin\varphi_1 - r_2 \sin\varphi_2 \end{aligned} \tag{10}$$

und da η_3 und η_4 stumpfe Winkel sind

$$\begin{aligned} e_1 \cos\eta_1 &= +e + r_1 \cos\varphi_1 - r_2 \cos\varphi_2 \\ e_2 \cos\eta_2 &= +e + r_1 \cos\varphi_1 + r_2 \cos\varphi_2 \\ e_3 \cos\eta_3 &= -e + r_1 \cos\varphi_1 + r_2 \cos\varphi_2 \\ e_4 \cos\eta_4 &= -e + r_1 \cos\varphi_1 - r_2 \cos\varphi_2. \end{aligned} \tag{11}$$

Mit Hülfe von 9, 10 und 11 erhalten wir für $\cos \alpha$

$$
\begin{aligned}
e_1 \cos \alpha_1 &= + e \sin \varphi_1 - r_2 \sin \Delta \\
e_2 \cos \alpha_2 &= + e \sin \varphi_1 + r_2 \sin \Delta \\
e_3 \cos \alpha_3 &= - e \sin \varphi_1 + r_2 \sin \Delta \\
e_4 \cos \alpha_4 &= - e \sin \varphi_1 - r_2 \sin \Delta
\end{aligned} \tag{12}
$$

und ebenso für $\cos \beta$

$$
\begin{aligned}
e_1 \cos \beta_1 &= + e \sin \varphi_2 - r_1 \sin \Delta \\
e_2 \cos \beta_2 &= + e \sin \varphi_2 - r_1 \sin \Delta \\
e_3 \cos \beta_3 &= - e \sin \varphi_2 - r_1 \sin \Delta \\
e_4 \cos \beta_4 &= - e \sin \varphi_2 - r_1 \sin \Delta
\end{aligned} \tag{13}
$$

Ebenso erhält man bei Benutzung der Gleichungen 10 und 11

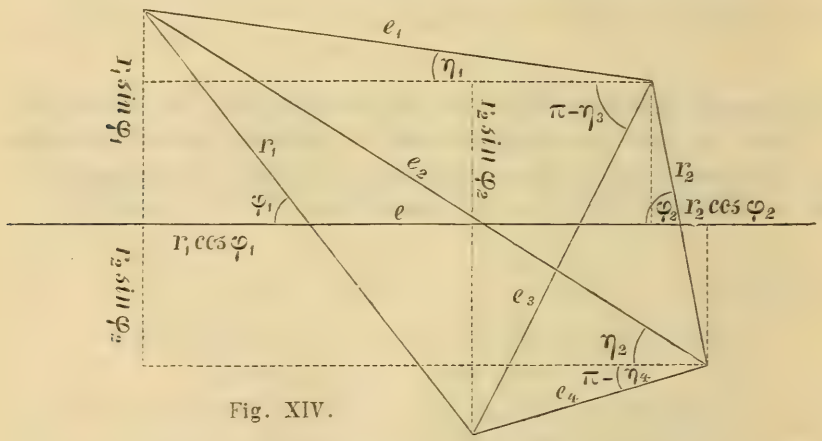


Fig. XIV.

$$
\begin{aligned}
e_1 \sin \alpha_1 &= + e \cos \varphi_1 + r_1 - r_2 \cos \Delta \\
e_2 \sin \alpha_2 &= + e \cos \varphi_1 + r_1 + r_2 \cos \Delta \\
e_3 \sin \alpha_3 &= - e \cos \varphi_1 + r_1 + r_2 \cos \Delta \\
e_4 \sin \alpha_4 &= - e \cos \varphi_1 + r_1 - r_2 \cos \Delta
\end{aligned} \tag{14}
$$

$$
\begin{aligned}
e_1 \sin \beta_1 &= + e \cos \varphi_2 + r_1 \cos \Delta - r_2 \\
e_2 \sin \beta_2 &= + e \cos \varphi_2 + r_1 \cos \Delta + r_2 \\
e_3 \sin \beta_3 &= - e \cos \varphi_2 + r_1 \cos \Delta + r_2 \\
e_4 \sin \beta_4 &= - e \cos \varphi_2 + r_1 \cos \Delta - r_2 .
\end{aligned} \tag{15}
$$

Die Gleichungen 12 bis 14 kann man mit Hülfe der Ausdrücke

$$
\begin{aligned}
\sin \beta &= \sin (\alpha + \Delta) \\
\cos \beta &= \cos (\alpha + \Delta)
\end{aligned}
$$

verificiren, was auch zur Sicherung der Entwickelung geschehen ist.

Quadrirt man die Ausdrücke 12 und 14 und addirt sie, so findet man nach geringer Umformung

$$
\begin{aligned}
e_1^2 &= e^2 + r_1^2 + r_2^2 + 2er_1 \cos\varphi_1 - 2er_2 \cos\varphi_2 - 2r_1r_2 \cos\Delta \\
e_2^2 &= e^2 + r_1^2 + r_2^2 + 2er_1 \cos\varphi_1 + 2er_2 \cos\varphi_2 + 2r_1r_2 \cos\Delta \\
e_3^2 &= e^2 + r_1^2 + r_2^2 - 2er_1 \cos\varphi_1 - 2er_2 \cos\varphi_2 + 2r_1r_2 \cos\Delta \\
e_4^2 &= e^2 + r_1^2 + r_2^2 - 2er_1 \cos\varphi_1 + 2er_2 \cos\varphi_2 - 2r_1r_2 \cos\Delta. \qquad (16)
\end{aligned}
$$

Setzt man nach den Gleichungen 8, 12, 13 und 16 die Werthe e_1, $e_1 \cos\alpha_1$, $e_1 \cos\beta_1$ und $\cos(\alpha_1 - \beta_1)$ in die Formel 6, so findet man für den Ausdruck $\Sigma \frac{1}{e_1}$ einen Ausdruck, in welchem die Entfernungen der einzelnen Kreispolpuncte nicht mehr vorkommen, da dieselben durch die Entfernung der Centra der Magnete und durch ρ und ψ ersetzt worden sind. Wenn man nach dem Schema der Gleichung 6 gleiche Ausdrücke für e_{22}, e_{33} und e_{44} anschreibt und aus den Gleichungen 12, 13 und 16 die zugehörigen Werthe entnimmt, so findet man die Formeln 18, 19 und 20, die wir nachstehend vollständig anschreiben, da wir sonst über die Vorzeichen keine klare Vorstellung gewinnen.

$$
\begin{aligned}
\Sigma \frac{1}{e_1} = \frac{1}{e} \Sigma \Big\{ 1 &+ \frac{r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2}{e^2} + \frac{2\, r_1 \cos\varphi_1}{e} - \frac{2\, r_2 \cos\varphi_2}{e} - \\
&- \frac{2\, r_1 r_2 \cos\Delta}{e^2} + \frac{2\, \rho_1}{e} \sin\varphi_1 \cos\psi_1 - \frac{2\, r_2 \rho_1}{e^2} \sin\Delta \cos\psi_1 - \\
&- \frac{2\, \rho_2}{e} \sin\varphi_2 \cos\psi_2 - \frac{2\, r_1 \rho_2}{e^2} \sin\Delta \cos\psi_2 - \frac{2\, \rho_1 \rho_2}{e^2} \sin\psi_1 \sin\psi_2 - \\
&- \frac{2\, \rho_1 \rho_2}{e^2} \cos\Delta \cos\psi_1 \cos\psi_2 \Big\}^{-1/2} \quad \ldots\ldots \quad (17).
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\Sigma \frac{1}{e_2} = \frac{1}{e} \Sigma \Big\{ 1 &+ \frac{r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2}{e^2} + \frac{2\, r_1 \cos\varphi_1}{e} + \frac{2\, r_2 \cos\varphi_2}{e} + \\
&+ \frac{2\, r_1 r_2 \cos\Delta}{e^2} + \frac{2\, \rho_1}{e} \sin\varphi_1 \cos\psi_1 + \frac{2\, r_2 \rho_1}{e^2} \sin\Delta \cos\psi_1 -
\end{aligned}
$$

$$- \frac{2\rho_2}{e} \sin\varphi_2 \cos\psi_2 - \frac{2 r_1 \rho_2}{e^2} \sin\Delta \cos\psi_2 - \frac{2\rho_1\rho_2}{e^2} \sin\psi_1 \sin\psi_2 -$$

$$\left. - \frac{2\rho_1\rho_2}{e^2} \cos\Delta \cos\psi_1 \cos\psi_2 \right\}^{-1/2} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 18).$$

$$\Sigma \frac{1}{e_3} = \frac{1}{e} \Sigma \left\{ 1 + \frac{r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2}{e^2} - \frac{2 r_1 \cos\varphi_1}{e} - \frac{2 r_2 \cos\varphi_2}{e} + \right.$$

$$+ \frac{2 r_1 r_2 \cos\Delta}{e^2} - \frac{2\rho_1}{e} \sin\varphi_1 \cos\psi_1 + \frac{2 r_2 \rho_1}{e^2} \sin\Delta \cos\psi_1 +$$

$$- \frac{2\rho_2}{e} \sin\varphi_2 \cos\psi_2 - \frac{2 r_1 \rho_2}{e^2} \sin\Delta \cos\psi_2 - \frac{2\rho_1\rho_2}{e^2} \sin\psi_1 \sin\psi_2 -$$

$$\left. - \frac{2\rho_1\rho_2}{e^2} \cos\Delta \cos\psi_1 \cos\psi_2 \right\}^{-1/2} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (19).$$

$$\Sigma \frac{1}{e_4} = \frac{1}{e} \Sigma \left\{ 1 + \frac{r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2}{e^2} - \frac{2 r_1 \cos\varphi_1}{e} + \frac{2 r_2 \cos\varphi_2}{e} - \right.$$

$$- \frac{2 r_1 r_2 \cos\Delta}{e^2} - \frac{2\rho_1}{e} \sin\varphi_1 \cos\psi_1 - \frac{2 r_2 \rho_1}{e^2} \sin\Delta \cos\psi_1 +$$

$$+ \frac{2\rho_2}{e} \sin\varphi_2 \cos\psi_2 - \frac{2 r_1 \rho_2}{e^2} \sin\Delta \cos\psi_2 - \frac{2\rho_1\rho_2}{e^2} \sin\psi_1 \sin\psi_2 -$$

$$\left. - \frac{2\rho_1\rho_2}{e^2} \cos\Delta \cos\psi_1 \cos\psi_2 \right\}^{-1/2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (20).$$

Schreibt man den Ausdruck in der geschweiften Klammer $\{1 - \lambda\}^{-1/2}$ und entwickelt man denselben nach dem binomischen Lehrsatz, so erhält man

$$\Sigma \frac{1}{e_1} = \frac{1}{e} \left\{ 1 - \frac{2!}{2^2 . 1!} \frac{\lambda_1}{1!} + \frac{4!}{2^4 . 2!} \frac{\lambda_1^2}{2!} - \right.$$

$$\left. - \frac{6!}{2^6 . 3!} \frac{\lambda_1^3}{3!} + \cdots (-1)^n \frac{(2n)!}{2^{2n} . n!} \cdot \frac{\lambda_1^n}{n!} \right\}$$

und ebenso

$$\left. \begin{aligned} \Sigma \frac{1}{e_2} &= \frac{1}{e} \sum_0^\infty (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} . (n)!} \cdot \frac{\lambda_2^n}{n!} \\ \Sigma \frac{1}{e_3} &= \frac{1}{e} \sum_0^\infty (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} . n!} \cdot \frac{\lambda_3^n}{n!} \\ \Sigma \frac{1}{e_4} &= \frac{1}{e} \sum_0^\infty (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} . n!} \cdot \frac{\lambda_4^n}{n!} \end{aligned} \right\} \quad . \; . \; . \; . \quad (21).$$

Wir haben keinen Grund anzunehmen, dass der Magnetismus in den Polen eines hohlcylindrischen Magneten aus einigen wenigen Puncten besteht, sondern aus sehr sehr vielen, den ganzen Kreis ausfüllenden Puncten und wenn wir dies annehmen, so geht die Summation in Intergration über und wir schreiben diese Summen mit folgenden Symbolen:

$$\Sigma \frac{1}{e_1} = \frac{1}{e} \sum_0^\infty (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} \cdot n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda_1^{\,n}}{n!} d\psi_1 d\psi_2 \qquad \text{II.}$$

$$\Sigma \frac{1}{e_2} = \frac{1}{e} \sum_0^\infty (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} \cdot n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda_2^{\,n}}{n!} d\psi_1 d\psi_2$$

$$\Sigma \frac{1}{e_3} = \frac{1}{e} \sum_0^\infty (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} \cdot n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda_3^{\,n}}{n!} d\psi_1 d\psi_2$$

$$\Sigma \frac{1}{e_4} = \frac{1}{e} \sum_0^\infty (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} \cdot n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda_4^{\,n}}{n!} d\psi_1 d\psi_2$$

Setzen wir nunmehr diese Werthe in unsere Anfangsformel I Seite 164 ein, und erhalten als Resultat der bisherigen Entwickelung den nachstehenden Ausdruck für das Potential zweier hohlcylindrischer Magnete I und II aufeinander.

$$V = \frac{\mu_1 \mu_2}{e} \left\{ \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda_1^{\,n}}{n!} d\psi_1 d\psi_2 - \right.$$

$$- \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda_2^{\,n}}{n!} d\psi_1 d\psi_2 -$$

$$- \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda_3^{\,n}}{n!} d\psi_1 d\psi_2 +$$

$$\left. + \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n \cdot \frac{(2n)!}{2^{2n} n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda_4^{\,n}}{n!} d\psi_1 d\psi_2 \right\} \quad \ldots\ldots \text{III.}$$

Wir könnten die Grössen λ nach den Potenzen entwickeln und alsdann die Integration ausführen, doch ziehe ich es vor, erst die Integrale zu discutieren. Die in den Gleichungen 17 bis 20 enthaltenen Werthe λ zeigen, dass man hier nur Potenzen von rein goniometrischen Differentialen zu integriren hat, was am bequemsten durch successive Anwendung der theilweisen Integration auszuführen ist. Die vorkommenden Integrale haben durchweg die Form

$$C \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin^x \psi_1 \cos^y \psi_1 \sin^x \psi_2 \cos^z \psi_2 \, d\psi_1 \, d\psi_2 \quad . \; . \; . \; . \quad (22)$$

wo die Exponenten stets positive ganze Zahlen sind und zwischen den Grenzen 0 und n liegen. Die Relation

$$C \int \sin^x \psi_1 \cos^y \psi_1 \, d\psi_1 = \frac{C \sin^{x+1} \psi_1 \cos^{y-1} \psi_1}{x+y} + C \frac{y-1}{x+y} \int \sin^x \psi_1 \cos^{y-2} \psi_1 \, d\psi_1 \quad (23)$$

führt bei fortgesetzter Integration auf das einfache Integral

$$\int \sin^x \psi_1 \, d\psi_1$$

und man erhält für gerade Werthe von y aus dem Integral 22

$$C \int \sin^x \psi_1 \cos^y \psi_1 \, d\psi_1 = \quad (24)$$

$$= C \sin^{x+1} \psi_1 \left[\frac{\cos^{y-1} \psi_1}{x+y} + \frac{y-1}{x+y} \cdot \frac{\cos^{y-3} \psi_1}{x+y} + \frac{y-1}{x+y} \cdot \frac{y-3}{x+y-2} \cdot \frac{\cos^{y-5} \psi_1}{x+y} + \cdot \cdot \right] +$$

$$+ C \frac{(y-1)(y-3)(y-5) \ldots . 1}{(x+y)(x+y-2)(x+y-4) \ldots . (x+2)} \int \sin^x \psi_1 \, d\psi_1$$

Ferner erhält man für gerade Werthe von x

$$\int \sin^x \psi_1 \, d\psi_1 = \frac{\cos \psi_1}{x} \left[\sin^{y-1} \psi_1 + \frac{y-1}{y-2} \sin^{y-3} \psi_1 + \cdots \right] +$$

$$+ \frac{x!}{2^x \cdot \frac{x}{2}! \, \frac{x}{2}!} \int d\psi_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (25).$$

In Anbetracht des Vorstehenden findet man

$$C\int \sin^x \psi_1 \cos^y \psi_1 \, d\psi_1 = C \sin^{x+1}\psi_1 \left[\frac{\cos^{y-1}\psi_1}{x+y} + \frac{y-1}{x+y} \cdot \frac{\cos^{y-3}\psi_1}{x+y} + \right.$$

$$\left. + \frac{y-1}{x+y} \cdot \frac{y-3}{x+y-2} \cdot \frac{\cos^{y-5}\psi_1}{x+y} + \ldots \right] +$$

$$+ C \frac{\cos\psi_1}{x} \left[\sin^{y-1}\psi_1 + \frac{y-1}{y-2} \cdot \sin^{y-3}\psi_1 + \ldots \right] +$$

$$+ C \cdot \frac{x!\,y!}{2^{x+y} \cdot \frac{x}{2}!\,\frac{y}{2}!\,\frac{x+y}{2}!} \int d\psi \quad \ldots\ldots (26).$$

Beim Integriren von 0 bis 2π verschwinden identisch die mit $\sin^{x-1}\psi_1$ und $\cos\psi_1$ multiplicirten Ausdrücke und es bleiben nur

$$C\int_0^{2\pi} \sin^x \psi_1 \cos^y \psi_1 \, d\psi_1 = C \frac{x!\,y!}{2^{x+y} \cdot \frac{x}{2}!\,\frac{y}{2}!\,\frac{x+y}{2}!} \int_0^{2\pi} d\psi_1 \quad . \; . \; (27)$$

Da wir x und y gerade vorausgezetzt haben, haben wir im Coefficienten beim Integralzeichen nur ganzzahlige Werthe.—Wir kommen auf diesem Wege zuletzt auf das Integral $\int d\psi_1$ wo $\sin\psi_1$ und $\cos\psi_1$ zur nullten Potenz vorkommt. Wir werden dieselben abkürzend schreiben

$$\int_0^{2\pi} d\psi_1 = m_1 \text{ und ebenso } \int_0^{2\pi} d\psi_2 = m_2 \quad \ldots\ldots (28)$$

und erhalten

$$C \cdot \int_0^{2\pi} \sin^x \psi_1 \cos^y \psi_1 \, d\psi_1 = C m_1 \cdot \frac{x!\,y!}{2^{x+y} \cdot \left(\frac{x}{2}\right)!\left(\frac{y}{2}\right)!\left(\frac{x+y}{2}\right)!} \quad (29).$$

In derselben Weise findet man

$$C_1 \int_0^{2\pi} \sin^x \psi_2 \cos^y \psi_2 \, d\psi_2 = C m_2 \cdot \frac{x!\,y!}{2^{x+} \left(\frac{x}{2}\right)!\left(\frac{y}{2}\right)!\left(\frac{x+y}{2}\right)!} \quad (30)$$

und unser allgemeines Integral 22 lässt sich schreiben, wenn x, y, z grade Zahlen bedeuten:

$$C \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin^x \psi_1 \cos^y \psi_1 \sin^x \psi_2 \cos^z \psi_2 \, d\psi_1 \, d\psi_2 =$$

$$= \frac{C m_1 m_2 \, x! \, x! \, y! \, z!}{2^{2x+y+z} \left(\frac{x}{2}\right)! \left(\frac{x}{2}\right)! \left(\frac{y}{2}\right)! \left(\frac{z}{2}\right)! \left(\frac{x+y}{2}\right)! \left(\frac{x+z}{2}\right)!} \quad (31).$$

Ist y ungrade, so führt die Integration auf ein Integral von der Form

$$\int \sin^x \psi_1 \cos \psi_1 \, d\psi_1$$

und wenn dasselbe alsdann nach $\sin \psi_1$ entwickelt wird, so erhält doch jedes einzelne Glied den Factor $\int \cos \psi_1 \, d\psi_1$ welcher bei der bestimmten Integration von 0 bis 2π gleich Null wird. Daher verschwinden hier alle Glieder, gleichviel ob x eine grade oder ungrade Zahl ist.

Ist endlich y gerade, aber x ungerade, so führt die succesive Integration nach der Formel 23 wiederum auf ungrade Potenzen von $\cos \psi_1$ oder $\sin \psi_1$ welche gleich Null werden, wenn man von 0 bis 2π integriert. Wir sehen also, dass das Integral 22 von 0 bis 2π nur dann einen von Null verschiedenen Werth hat, wenn sämmtliche Exponenten grade Zahlen sind. Der Werth des Integrals 22 ist *alle Mal positiv.*

Es muss noch bemerkt werden, dass in den Ausdrücken 22 und 31 der Exponent von $\sin \psi_1$ und $\sin \psi_2$ als gleich vorausgetzt worden ist. Das ist dadurch gerechtfertigt, dass die Entwickelung Sinus mit gleichen Exponenten ergiebt, wie man den Ausdrücken 17 bis 20 entnehmen kann, wo nur das Product $\sin \psi_1 \sin \psi_2$ vorkommt.

Nachdem wir das allgemeine hier vorkommende Integral ausgewerthet haben, kehren wir wieder zu den Grössen λ^n zurück und benutzen dieselbe Form des Polynoms, welche wir im ersten Theil benutzt haben, doch haben wir anstatt vier Glieder hier zehn. Es ist leicht möglich auch diese zehn durch vier zu ersetzen, indem wir die Glieder mit vier möglichen Combinationen von Vorzeichen

gruppieren, wie Seite 156 bis 158 bereits geschehen ist, doch ist der Vortheil nur scheinbar, denn wenn man hinterher die Glieder anschreiben will, muss man die Potenzen der combinierten Glieder ausrechnen. Ich ziehe es im gegebenen Fall vor, mit allen Gliedern zu rechnen und daher haben wir:

$$(A \pm B \pm C \pm \ldots \pm P \pm Q \pm R)^m = m! \sum_{a=0}^{a=m} \sum_{b=0}^{b=a} \cdots \sum_{q=0}^{q=p} \sum_{r=0}^{r=q} (-1)^s \cdot$$

$$\frac{A^{m-a} B^{a-b} \ldots . Q^{p-q} R^q}{(m-a)!\,(a-b) \ldots . (p-q)!\,q!} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (32).$$

Für λ mit nur positiven Gliedern haben wir nach 17 und 32:

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(2n)!}{2^{2n} n!} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\lambda^n}{n!} d\psi_1 d\psi_2 = \qquad 33).$$

$$= \sum_{n=0}^{n=\infty} \sum_{a=0}^{a=n} \ldots . \sum_{h=0}^{h=g} \sum_{i=0}^{i=h} \frac{(2n)!\,(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^{n-a}}{2^{2n} . n!\,(n-a)!\,e^{2n-2a}} \cdot$$

$$\frac{2 r_1 \cos \varphi_1)^{a-b} . (2 r_2 \cos \varphi_2)^{b-c} (2 r_1 r_2 \cos \Delta)^{c-d}}{(a-b)!\,e^{a-b} (b-c)!\,e^{b-c} (c-d)!\,e^{2c-2d}} \cdot$$

$$\cdot \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \left[\frac{(2 \rho_1 \sin \varphi_1 \cos \psi_1)^{d-e}}{(d-e)!\,e^{d-e}} \cdot \frac{(2 r_2 \rho_1 \sin \Delta \cos \psi_1)^{e-f}}{(e-f)!\,e^{2e-2f}} \cdot \right.$$

$$\cdot \frac{(2 \rho_2 \sin \varphi_2 \cos \psi_2)^{f-g}}{(f-g)!\,e^{f-g}} \cdot \frac{(2 r_1 \rho_2 \sin \Delta \cos \psi_2)^{g-h}}{(g-h)!\,e^{2g-2h}} \cdot$$

$$\left. \cdot \frac{(2 \rho_1 \rho_2 \sin \psi_1 \sin \psi_2)^{h-i}}{(h-i)!\,e^{2h-2i}} \cdot \frac{(2 \rho_1 \rho_2 \cos \Delta \cos \psi_1 \cos \psi_2)^i}{i!\,e^{2i}} \right] d\psi_1 d\psi_2$$

Will man in dieser Formel nur bis $n = 5$ gehen, und so weit muss man gehen, um in der Ablenkungsreihe die drei ersten Glieder zu berechnen, muss man 12012 Glieder auswerthen und will man noch des nächste vierte Glied hinzu nehmen, so muss man 77792 Glieder berechnen, von denen allerdings fast die meisten sich gegenseitig aufheben. Wir müssen nur die nachbleibenden heraussuchen und schlagen zu dem Zweck denselben Weg ein, der im

ersten Theil gangbar war. Wir können auch hier mit Rücksicht auf die Vorzeichen folgende Relationen anschreiben.

$$\lambda_1^{\,n} = \lambda^n (-1)^{b-d+e} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (34)$$

$$\lambda_2^{\,n} = \lambda^n (-1)^{f} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (35)$$

$$\lambda_3^{\,n} = \lambda^n (-1)^{a-c+d-e+g} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (36)$$

$$\lambda_4^{\,n} = \lambda^n (-1)^{a-b+c+g-f} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (37).$$

Mit Rücksicht auf diese Ausdrücke schreiben wir unsern Potential-Ausdruck III nunmehr

$$V = \frac{\mu_1 \mu_2}{e} \sum_{n=0}^{n=\infty} \sum_{a=0}^{a=n} \ldots \sum_{h=0}^{h=g} \sum_{i=0}^{i=h} (-1)^n \cdot \frac{(2\,n)\,!}{2^{2n-a}\,n\,!} \cdot$$

$$\cdot \frac{(r_1^{\,2} + r_2^{\,2} + \rho_1^{\,2} + \rho_2^{\,2})^{n-a} \cdot r_1^{\,a-b+c-d+g-h}}{e^{2n-a+c-d+e-f+g}(n-a)\,!\,(a-b)\,!\,(b-c)\,!} \cdot$$

$$\cdot \frac{r_2^{\,b-d+e-f} \rho_1^{\,d-f+h} \rho_2^{\,f} \cos^{a-b}\varphi_1 \cos^{b-c}\varphi_2 \sin^{d-e}\varphi_1 \sin^{f-g}\varphi_2 \cos^{c-d+i}\Delta \sin^{e-f+g-h}\Delta}{(c-d)\,!\,(d-e)\,!\,(e-f)\,!\,(f-g)\,!\,(g-h)\,!\,(h-i)\,!\,i\,!} \cdot$$

$$\int_0^{2\pi}\!\!\int_0^{2\pi} \sin^{h-i}\psi_1 \cos^{d-f+i}\psi_1 \sin^{h-i}\psi_2 \cos^{f-h+i}\psi_2 \, d\psi_1\, d\psi_2 \Big\{$$

$$\Big\{(-1)^{b-d+e} - (-1)^{f} - (-1)^{a-c+d-e+g} + (-1)^{a-b+c+g-f}\Big\} \quad \text{(IV)}.$$

Nach der Gleichung 31 hat das Doppelintegral folgenden Werth:

$$\int_0^{2\pi}\!\!\int_0^{2\pi} \sin^{h-i}\psi_1 \cos^{d-f+i}\psi_1 \sin^{h-i}\psi_2 \cos^{f-h+i}\psi_2 \, d\psi_1\, d\psi_2 = \quad (38)$$

$$= \frac{m_1 m_2 (h-i)\,!\,(h-i)\,!\,(d-f+i)\,!\,(f-h+i)\,!}{2^{d+h} \cdot \left(\frac{h-i}{2}\right)!\left(\frac{h-i}{2}\right)!\left(\frac{d-f+i}{2}\right)!\left(\frac{f-h+i}{2}\right)!\left(\frac{d-f+h}{2}\right)!\left(\frac{f}{2}\right)!}$$

Der Potential-Ausdruck IV nimmt nunmehr folgende Gestalt an:

$$V = m_1 \mu_1 m_2 \mu_2 \sum_{n=0}^{n=\infty} \sum_{a=0}^{a=n} \cdots \sum_{h=0}^{h=g} \sum_{i=0}^{i=h} (-1)^n \cdot$$

$$\cdot \frac{(2n)!(h-i)!(d-f+i)!(f-h+i)!(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^{n-a}}{2^{2n-a+d+h}\, n!\, e^{2n-a+c-d+e-f+g+1}} \cdot$$

$$\frac{r_1^{a-b+c-d+g-h} \cdot r_2^{b-d+e-f} \cdot \rho_1^{d-f+h} \rho_2^{f} \cos\varphi_1^{a-b} \cos\varphi_2^{b-c} \sin\varphi_1^{d-e} \sin\varphi_2^{f-g} \cos\Delta^{c-d+i} \sin\Delta^{e-f+g-h}}{\left(\frac{h-i}{2}\right)! \left(\frac{d-f+i}{2}\right)! \left(\frac{f-h+i}{2}\right)! \left(\frac{d-f+h}{2}\right)! \frac{f}{2}! (n-a)!(a-b)!(b-c)!(c-d)!(d-e)!(e-f)!(f-g)!(g-h)!\, i!} \cdot$$

$$[(-1)^{b-d+e} - (-1)^f - (-1)^{a-c+d-e+g} + (-1)^{a-b+c+g-f}] \ldots \text{V}$$

Es erübrigt uns noch hier den letzten Ausdruck in der eckigen Klammer auszuwerthen. Wir wissen, dass die Gleichung 38 nur dann einen von Null verschiedenen Werth hat, wenn

$$\begin{matrix} h-i \\ d-f+i \\ f-h+i \end{matrix} \quad \ldots\ldots \quad (39)$$

alle gleichzeitig grade Zahlen sind. Damit werden sofort alle Glieder ausgeschaltet, welche für diese Werthe ungrade Zahlen enthalten. Sollen aber die Werthe 39 gleichzeitig grade sein, dann müssen die Grössen d, h, i stets gleichzeitig grade oder gleichzeitig ungrade sein, während f auf alle Fälle grade sein muss. Dann fallen auch alle Glieder fort, die im Exponenten eine ungrade Zahl f haben. Diese Bedingungen liefert uns die Integration. Eine zweite Bedingungsgleichung giebt der Factor

$$(-1)^{b-d+e} - (-1)^f - (-1)^{a-c+d-e+g} + (-1)^{a-b+c+g-f} \qquad (40).$$

Dieser Factor kann im Allgemeinen folgende 5 Werthe annehmen:

$$+4, \quad +2, \quad 0, \quad -2, \quad -4.$$

Da f eine grade Zahl ist, so kann der Ausdruck 40 niemals den Werth $+4$ annehmen und daher können wir $+4$ aus unserer Betrachtung ausschliessen und den Werth f aus den Coefficienten des Ausdrucks 40 streichen. Wir behalten

$$(-1)^{b-d+e} - 1 - (-1)^{a-c+d-e+g} + (-1)^{a-b+c+g} \ldots (41).$$

Diese Exponenten können folgende Combinationen von graden oder ungraden Zahlen bilden:

Combination	b—d+e	a—c+d—e+g	a—b+c+g.	Werth.
1	2 n	2 n	2 n	0
2	2 n	2 n	2 n + 1	— 2
3	2 n	2 n + 1	2 n	+ 2
4	2 n + 1	2 n	2 n	— 2
5	2 n	2 n + 1	2 n + 1	0
6	2 n + 1	2 n	2 n + 1	— 4
7	2 n + 1	2 n + 1	2 n	0
8	2 n + 1	2 n + 1	2 n + 1	— 2

Die den Werth 0 gebenden Combinationen fallen natürlich fort. Was nun die nachbleibenden 5 Combinationen anbetrifft, so müssen diese noch betrachtet werden und wir schreiben zu dem Zweck die beiden letzten Glieder von 41 in folgender Form

$$-(-1)^{k+d-e}+(-1)^{k-b}$$

wo k die Abkürzung von $a+g\pm c$ ist. Der Werth $k_1=a+g+c$ und $k_2=a+g-c$ werden gleichzeitig grade oder ungrade sein, mag c eine beliebige Zahl sein. Ob c grade oder ungrade ist, ist gleich, denn c kann k_1 oder k_2 allein nicht ändern, sondern ändert beide gleichzeitig. Dann schreiben wir die Exponenten in 41 in folgender Weise

$$\begin{aligned} &b-(d-e) \\ &k+(d-e) \qquad \ldots\ldots\ldots \qquad (42). \\ &k-b \end{aligned}$$

In der dritten Combination muss sein

$$\begin{aligned} &b-(d-e)=2n \\ &k+(d-e)=2n+1 \qquad \ldots\ldots\ldots \qquad (43). \\ &k-b=2n \end{aligned}$$

Sollen b und (d — e) eine grade Differenz geben, müssen beide

gleichzeitig grade oder gleichzeitig ungrade sein; sowohl in diesem, als auch in jenem Fall würden sie mit k verbunden gleichzeitig gleichartige Werthe, entweder grade, oder ungrade geben; die Formel 43 verlangt das Entgegengesetzte—das Unmögliche und daher fällt der Werth $+2$ mit der dritten Combination fort. Es bleiben nur Werthe -2 und -4 übrig. Wenn die Combination 3 nicht bestehen kann, so fällt aus demselben Grunde die Combination 2 fort, denn

$$\begin{aligned} b-(d-e) &= 2n \\ k+(d-e) &= 2n \qquad \ldots\ldots\ldots (44) \\ k-b &= 2n+1 \end{aligned}$$

kann nicht gleichzeitig bestehen.

Die vierte Combination

$$\begin{aligned} b-(d-e) &= 2n+1 \\ k+(d-e) &= 2n \qquad \ldots\ldots\ldots (45) \\ k-b &= 2n \end{aligned}$$

setzt voraus, dass b und $(d-e)$ ungleichartig sein, das heisst, ist b grade, muss $(d-e)$ ungrade sein und umgekehrt. Ungleichartige Zahlen können aber mit k verbunden nie gleichartige Zahlen, d. h. weder grade, wie in der vierten Combination, noch ungrade, wie in der achten Combination,

$$\begin{aligned} b-(d-e) &= 2n+1 \\ k+(d-e) &= 2n+1 \qquad \ldots\ldots\ldots (46) \\ k-b &= 2n+1 \end{aligned}$$

vorausgesetzt wurde, liefern. Somit kann auch die vierte und auch die achte Combination nicht bestehen und die einzige Combination die bestehen kann, ist die sechste

$$\begin{aligned} b-(d-e) &= 2n+1 \\ k+(d-e) &= 2n \qquad \ldots\ldots\ldots (47) \\ k-b &= 2n+1 \end{aligned}$$

und diese giebt den Werth

$$\{(-1)^{b-d+e}-(-1)^{f}-(-1)^{a-c+d-e+g}+(-1)^{a-b+c+g-f}\}=-4 \quad (48).$$

Die Bedingungsgleichung 47 giebt uns folgende Grössen. Es muss für ein gerades b die Differenz $(d-e)$ und die Summe $(a \pm c-g)$ gleichzeitig ungrade sein und umgekehrt: für ein ungrades b muss die Differenz $(d-e)$ und die Summe $(a \pm c-g)$ gleichzeitig grade sein.

Nach den Ausdrücken 39 bis 47 sind sämmtliche Exponenten von a bis i der Reihe V folgenden Einschränkungen unterwerfen:

f muss stets grade sein
b ungrade : d, e, h und i gleichartig
$a+g$ und c gleichartig
b grade : d, h, i gleichartig
d und e ungleichartig.
$a+g$ und c ungleichartig.
a und b gleichartig : c und g ungleichartig
a und b ungleichartig : c und g gleichartig

Ausserdem muss sein:

$$n \geqq a \geqq b \geqq \ldots\ldots g \geqq h \geqq i \quad \ldots\ldots \quad (49).$$

Nun darf n die untere Grenze 0 nicht haben, sonst ist alles Null. Auch dürfen a und b nicht gleichzeitig Null sein, da $a \geqq b$ und bei Gleichartigkeit von a, b, und c, g muss die untere Grenze von a gleich 1 sein. Ebenso kann nach den obigen Bedingungen b nicht Null sein. Daher beginnen n, a, b mit der Einheit und von c an mit Null.

Nun muss nach der Ungleichung 49

$$a-b+c+g \geqq d+g+h \text{ und noch vielmehr} \geqq d+h$$

sein, da aber nach 47 die linke Seite $a-b+c+g=k-b$ eine ungrade Zahl ist, hingegen die rechte Seite $d-h$, als Summe zweier gleichartiger Zahlen, nur grade sein kann, so kann nicht Gleichheit, sondern die Ungleichheit

$$a-b+c+g > d+h$$

bestehen und daher der Exponent von r_1 mindestens 1 sein

$$a-b+c-d+g-h \geqq 1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (50).$$

Desgleichen muss wegen 47

$$b-(d-e)=2n+1$$

stets eine ungrade Zahl sein und wegen 49 ist, da f nur grade sein darf, auch der Exponent von r_2 mindestens 1 sein.

$$b-d+e-f \geqq 1$$

Wir können aus V die gemeinschaftlichen Factoren

$$2\,r_1\mu_1 m_1 \text{ und } 2\,r_2\mu_2 m_2$$

ausscheiden und diese Grössen bilden das magnetische Moment der Magnete I und II, die wir im ersten Theil mit M_1 und M_2 bezeichneten.

Nach Einführung der obigen Umformungen erhält die Formel für das Potential der beiden Magnete I und II auf einander folgenden Ausdruck:

$$V=\frac{M_1 M_2}{e^3}\sum_{n=1}^{n=\infty}\sum_{a=1}^{a=n}\sum_{b=1}^{b=a}\sum_{c=0}^{c=b}\cdots\sum_{h=0}^{h=g}\sum_{i=0}^{i=h}(-1)^{n+1}\cdot\frac{(2n)!}{n!\,2^n}\cdot$$

$$\cdot\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^{n-a}}{2^{n-a}(n-a)!}\cdot\frac{(h-i)!\,(d-f+i)!\,(f-h+i)!}{\left(\frac{h-i}{2}\right)!\left(\frac{h-i}{2}\right)!\left(\frac{d-f+i}{2}\right)!\left(\frac{f-h+i}{2}\right)!}\cdot$$

$$\cdot\frac{r_1^{a-b+c-d+g-h-1}\,r_2^{b-d+e-f-1}}{e^{2n-a+c-d+e-f+g-2}}\cdot\frac{\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^{d-f+h}}{\left(\frac{d-f+h}{2}\right)!}\cdot\frac{\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^{f}}{\left(\frac{f}{2}\right)!}\cdot$$

$$\cdot\frac{\cos^{a-b}\varphi_1\cos^{b-c}\varphi_2\sin^{d-e}\varphi_1\sin^{f-g}\varphi_2\cos^{c-d+i}\Delta\sin^{e-f+g-h}\Delta}{(a-b)!(b-c)!(c-d)!(d-e)!(e-f)!(f-g)!(g-h)!\,i!}\cdot\;.\;.\;\text{VI.}$$

Nach der Relation 49 kann keiner der Exponenten negativ werden und die Differenzen mit ! sind stets positiv und ganze Zahlen, da f

eine grade Zahl ist und d, h und i stets gleichzeitig grade oder ungrade sind und daher auch ihre Summen oder Differenzen durch 2 theilbar sind.

Das Anschreiben der einzelnen Glieder ist hier eine sehr mühsame Arbeit und daher geben wir nachstehend die ersten Glieder nach Potenzen von e geordnet. Die Querdimensionen der Magnete treten sofort im zweiten Gliede gleichzeitig mit den Poldistanzen auf.

In der Formel

$$V = \frac{M_1 M_2}{e^3} \left(\frac{p_0}{e^0} + \frac{p_2}{e^2} + \frac{p_4}{e^4} \ldots \right) \quad \ldots\ldots \quad \text{VII}$$

haben die Coefficienten p_0, p_2, $p_4 \ldots$ folgende Werthe:

$$p_0 = \frac{2!}{1!\,2^1} \frac{(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^0}{2^0\,0!} \cos\Delta - \frac{4!}{2!\,2^2} \cdot$$

$$\cdot \frac{(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^0}{2^0\,0!} \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \quad \ldots\ldots \quad (51)$$

$$p_2 = -\frac{4!}{2!\,2^2} \cdot \frac{(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^1}{2^1\,1!} \cos\Delta + \quad (52)$$

$$+ \frac{6!}{3!\,2^3} \left[\frac{(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^0}{2^0\,0!} \cos\Delta \left[\frac{r_1^2 \cos^2\varphi_1}{2!} + \frac{r_2^2 \cos^2\varphi_2}{2!} + \right.\right.$$

$$\left. + \frac{2!}{1!} \left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2 \frac{\sin^2\varphi_1}{2!} + \frac{2!}{1!} \left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2 \frac{\sin^2\varphi_2}{2!} \right] + \sin\Delta \left[\frac{2!}{1!} \left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2 \cdot \sin\varphi_1 \cos\varphi_1 + \right.$$

$$\left.\left. - \frac{2!}{1!} \left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2 \sin\varphi_2 \cos\varphi_2 \right] \right] - \frac{8!}{4!\,2^4} \left[\frac{(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^0}{2^0\,0!} \right.$$

$$\cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \left(\frac{r_1^2 \cos^2\varphi_1}{3!} + \frac{r_2^2 \cos^2\varphi_2}{3!} + \frac{2!}{1!} \left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2 \frac{\sin^2\varphi_1}{2!} + \right.$$

$$\left.\left. + \frac{2!}{1!} \left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2 \frac{\sin^2\varphi_2}{2!} \right) \right] - \frac{6!}{3!\,2^3} \left[\frac{(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^1}{2^1\,1!} \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \right].$$

$$p_4 = \frac{6!}{3!\,2^3} \left[\frac{(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^2}{2^2 \cdot 2!} \cos\Delta - \right.$$

$$+\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^0}{2^0\,0!}\Big\{\cos^3\Delta\Big[\frac{1}{3!}r_1^2r_2^2+$$

$$+\frac{1}{2!}\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\cdot\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Big]+\cos\Delta\sin^2\Delta\Big[\frac{1}{2!}\cdot\frac{2!}{1!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2+$$

$$+\frac{1}{2!}\cdot\frac{2!}{1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\cdot\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Big]+$$

$$+\cos\Delta\Big[\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\cdot\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Big]\Big\}\Big]-\frac{8!}{4!\,2^4}\Big[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^1}{2!\,1!}\Big\{$$

$$\Big\{\cos\Delta\Big[\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{2!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{2!}+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}\Big]+$$

$$+\sin\Delta\Big[\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\cos\varphi_1\sin\varphi_1+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_2\sin\varphi_2\Big]\Big\}\Big]+$$

$$+\frac{10!}{5!\,2^5}\Big[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^0}{2^0\,0!}\Big\{\cos\Delta\Big[\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{4!}+$$

$$+\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{2!}\cdot\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{2!}+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{4!}+\frac{2!}{1!}\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+\frac{2!}{1!}\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{2!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{2!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_1}{4!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_2}{4!}\Big]+$$

$$+\sin\Delta\Big[\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_1\sin^3\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_1\sin\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_2\sin\varphi_2\sin^2\varphi_1}{2!}+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_2\sin^3\varphi_2}{3!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{2!}+\frac{2!}{1!}r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^3\varphi_2\sin\varphi_2}{3!}+$$

$$-\frac{2!}{1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^3\varphi_1\sin\varphi_1}{3!}+\frac{2!}{1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_1\sin\varphi_1\cos^2\varphi_2}{2!}\Bigg]+$$

$$+\cos\Delta\left[\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\sin\varphi_1\cos\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_2\right]\Bigg]-$$

$$-\frac{12!}{6!\,2^6}\Bigg[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^0}{2^0\,0!}\Bigg\{\cos\varphi_1\cos\varphi_2\Bigg[\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1}{5!}+$$

$$+\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1\,r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!\,3!}+\frac{r_2^4\cos^4\varphi_2}{5!}+\frac{2!}{1!}\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{3!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{3!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}+\frac{2!}{1!}\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_1}{4!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_2}{4!}\Bigg]\Bigg\}\Bigg]+$$

$$+\frac{10!}{5!\,2^5}\Bigg[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^1}{2^1.\,1!}\cos\varphi_1\cos\varphi_2\Bigg[\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!}+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}\Bigg]\Bigg]-$$

$$-\frac{8!}{4!\,2^4}\Bigg[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^2}{2^2.\,2!}\cos\varphi_1\cos\varphi_2+$$

$$+\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^0}{2^0\,0!}\Bigg[\cos\varphi_1\cos\varphi_2\Bigg(\cos^2\Delta\Bigg[\frac{r_1^2r_2^2}{2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{2!}{1!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\cdot\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Bigg]+\sin^2\Delta\Bigg[\frac{2!}{1!}\cdot\frac{1}{2!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2+$$

$$+\frac{2!}{1!}\cdot\frac{1}{2!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\Bigg]+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Bigg)+$$

$$+\sin\varphi_1\sin\varphi_2\Bigg(\cos^2\Delta\cdot\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2+$$

$$+\sin^2\Delta\cdot\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Bigg)+\cos\Delta\sin\Delta\left(\frac{2!}{1!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_1\sin\varphi_2+\right.$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_1\sin\varphi_2+\frac{2!}{1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\sin\varphi_1\cos\varphi_2+$$

$$\left.+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\sin\varphi_1\cos\varphi_2\right)\Bigg]\Bigg]. \qquad \ldots (53)$$

$$p_6=-\frac{8!}{4!\,2^4}\Bigg[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^3}{2^3.3!}\cos\Delta+$$

$$+\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^1}{2^1.1!}\Bigg\{\cos^3\Delta\left[\frac{r_1^2r_2^2}{3!}+\frac{1}{2!}\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\right]+$$

$$+\cos\Delta\sin^2\Delta\left[\frac{2!}{1!\,2!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2+\frac{2!}{1!}\frac{1}{2!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2+\right.$$

$$\left.\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\right]+\cos\Delta\left(\frac{2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\right)\Bigg\}\Bigg]-$$

$$+\frac{10!}{5!\,2^5}\Bigg[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^2}{2^2\,2!}\Bigg\{\left(\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{2!}+\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{2!}+\right.$$

$$\left.+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}\right)\cos\Delta+$$

$$+\sin\Delta\left(\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\cos\varphi_1\sin\varphi_1+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_2\sin\varphi_2\right)\Bigg\}+$$

$$+\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^0}{2^0\,0!}\Bigg\{\cos^3\Delta\left[\frac{r_1^4r_2^2\cos^2\varphi_1}{3!\,2!}+\right.$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!\,2!}+\frac{r_1^2r_2^4\cos^2\varphi_2}{2!\,3!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{3!\,2!}+\frac{4!}{2!}\frac{2!}{1!}\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\frac{2!}{1!}\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}\Big]+$$

$$+\cos^2\Delta\sin\Delta\Big[\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_1\sin\varphi_1}{2!}+$$

$$-\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_1\sin\varphi_1+\frac{4!}{2!}\frac{2!}{1!}\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_1\sin\varphi_1+$$

$$-\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{2!}+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_2\sin\varphi_2+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{4!}{2!}\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\cos\varphi_2\sin\varphi_2\Big]+$$

$$+\cos\Delta\sin^2\Delta\Big[\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_1^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!\,2!}-$$

$$-\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!}-\frac{2!}{1!}r_2^4\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!\,2!}+$$

$$-\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!}-$$

$$-\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}-\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+$$

$$-\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\frac{2!}{1!}\cdot\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{1}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+\frac{2!}{1!}\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}\Big]+$$

$$-\sin^3\Delta\Big[\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_1\sin\varphi_1}{3!}-\frac{2!2!}{1!1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_1\sin\varphi_1}{2!}+$$

$$-\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{2!}-\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{3!}\Big]+$$

$$-\cos\Delta\Big[\frac{2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!}-\frac{2!}{1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!}-$$

$$-\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\cdot\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}+$$

$$-\sin\Delta\Big[\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_1\sin\varphi_1+$$

$$+\frac{2!\,2!\,1!}{1!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\cos\varphi_2\sin\varphi_2\Bigg]\Bigg\}\Bigg]-$$

$$-\frac{12!}{6!\,2^6}\Bigg[\frac{(r_1{}^2+r_2{}^2+\rho_1{}^2+\rho_2{}^2)^1}{2!\,1!}\Bigg\{\cos\Delta\Bigg[\frac{r_1{}^4\cos^4\varphi_1}{4!}+$$

$$+\frac{r_1{}^2r_2{}^2\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_1{}^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1{}^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{r_2{}^4\cos^4\varphi_2}{4!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_2{}^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_2{}^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_1}{4!}+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_2}{4!}\Bigg]+\sin\Delta\Bigg[\frac{2!}{1!}r_1{}^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!}\cos\varphi_2\sin\varphi_2+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_2{}^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^3\varphi_2\sin\varphi_2}{3!}+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_2\sin^2\varphi_1\sin\varphi_2}{2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_2\sin^3\varphi_2}{3!}+\frac{2!}{1!}r_1{}^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^3\varphi_1\sin\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_2{}^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_1\cos^2\varphi_2\sin\varphi_1}{2!}+\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_1\sin^3\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_1\sin\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!}\Bigg]-$$

$$+\cos\Delta\Bigg[\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\cos\varphi_1\cos\varphi_2\sin\varphi_1\sin\varphi_2\Bigg]\Bigg\}\Bigg]+$$

$$+\frac{14!}{7!\,2^7}\Bigg[\frac{(r_1{}^2+r_2{}^2+\rho_1{}^2+\rho_2{}^2)^0}{2^0\,0!}\Bigg\{\cos\Delta\Bigg[\frac{r_1{}^6\cos^6\varphi_1}{6!}+$$

$$+\frac{r_1{}^4r_2{}^2\cos^4\varphi_1\cos^2\varphi_2}{4!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_1{}^4\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^4\varphi_1\sin^2\varphi_1}{4!\,2!}+$$

$$-\frac{2!}{1!}r_1^4\frac{\cos^4\varphi_1}{4!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}-r_1^2r_2^4\frac{\cos^2\varphi_1\cos^4\varphi_2}{2!\,4!}-$$

$$-\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_1}{2!\,2!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_2}{2!\,2!\,2!}+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_1\sin^4\varphi_1}{2!\,4!}-$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{2!}{1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\sin^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!\,2!\,2!}+$$

$$-\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_1\sin^4\varphi_2}{2!\,4!}-\frac{r_2^6\cos^6\varphi_2}{6!}-\frac{2!}{1!}r_2^4\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^4\varphi_2\sin^2\varphi_1}{4!\,2!}+$$

$$-\frac{2!}{1!}r_2^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^4\varphi_2\sin^2\varphi_2}{4!\,2!}-\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_2\sin^4\varphi_1}{2!\,4!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{2!}{1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!\,2!\,2!}+$$

$$-\frac{4!}{2!\,2!}r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_2\sin^4\varphi_2}{2!\,4!}-\frac{6!}{3!\,3!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^6\frac{\sin^6\varphi_1}{6!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\cdot\frac{2!}{1!}\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^4\varphi_1\sin^2\varphi_2}{4!\,2!}+$$

$$-\frac{4!}{2!}\frac{2!}{1!}\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_1\sin^4\varphi_2}{2!\,4!}+\frac{6!}{3!\,3!}\cdot\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^6\frac{\sin^6\varphi_2}{6!}\Bigg]+$$

$$+\sin\Delta\Bigg[\frac{2!}{1!}r_1^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^4\varphi_1\cos\varphi_2\sin\varphi_2}{4!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\cos^3\varphi_2\sin\varphi_2}{2!\,3!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{2!}{1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\cos\varphi_2\sin^2\varphi_1\sin\varphi_2}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_1\cos\varphi_2\sin^3\varphi_2}{2!\,3!}+\frac{2!}{1!}r_2^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^5\varphi_2\sin\varphi_2}{5!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{2!}{1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^3\varphi_2\sin^2\varphi_1\sin\varphi_2}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!\,2!}r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos^3\varphi_2\sin^3\varphi_2}{3!\,3!}+$$

$$+\frac{4!\,2!\,1!}{2!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_2\sin^4\varphi_1\sin\varphi_2}{4!}+$$

$$+\frac{2!\,4!}{1!\,2!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_2\sin^2\varphi_1\sin^3\varphi_2}{2!\,3!}+$$

$$+\frac{6!}{3!\,3!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^6\frac{\cos\varphi_2\sin^5\varphi_2}{5!}+\frac{2!}{1!}r_1^4\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^5\varphi_1\sin\varphi_1}{5!}+$$

$$+\frac{2}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^3\varphi_1\cos^2\varphi_2\sin\varphi_1}{3!\,2!}+\frac{4!}{2!\,2!}\frac{1}{1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos^3\varphi_1\sin^3\varphi_1}{3!\,3!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^3\varphi_1\sin\varphi_1\sin^2\varphi_2}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_2^4\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_1\cos^4\varphi_2\sin\varphi_1}{4!}+\frac{4!}{2!\,2!}\frac{1}{1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_1\cos^2\varphi_2\sin^3\varphi_1}{2!\,3!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2\cos\varphi_1\sin\varphi_1\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{6!}{3!\,3!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^6\frac{\cos\varphi_1\sin^5\varphi_1}{5!}+\frac{4!\,1!\,2!}{2!\,2!\,1!}\cdot\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos\varphi_1\sin^3\varphi_1\sin^2\varphi_2}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}\cdot\frac{4!}{2!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos\varphi_1\sin\varphi_1\sin^4\varphi_2}{4!}\Bigg]+$$

$$+\cos\Delta\cos\varphi_1\cos\varphi_2\sin\varphi_1\sin\varphi_2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Bigg[\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\frac{r_1^2\cos^2\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\frac{r_2^2\cos^2\varphi_2}{3!}+\frac{4!\,2!}{2!\,1!}\frac{1}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{3!}\Bigg]\Bigg\}\Bigg]-\frac{16!}{8!\,2^8}\Bigg[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^0}{2^0\,0!}\Bigg\{$$

$$\Bigg\{\cos\varphi_1\cos\varphi_2\Bigg[\frac{r_1^6\cos^6\varphi_1}{7!}+\frac{r_1^4\cos^4\varphi_1\,r_2^2\cos^2\varphi_2}{5!\,3!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1^4\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^4\varphi_1\sin^2\varphi_1}{5!\,2!}+\frac{2!}{1}r_1^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^4\varphi_1\sin^2\varphi_2}{5!\,3!}+$$

$$+\frac{r_1^2r_2^4\cos^2\varphi_1\cos^4\varphi_2}{3!\,5!}+\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_1}{3!\,3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_2}{2!\,3!\,3!}+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_1\sin^4\varphi_1}{3!\,4!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^{\,2}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\sin^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{3!\,2!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\cdot\frac{1}{2!}r_1^{\,2}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_1\sin^4\varphi_2}{3!\,4!}+\frac{r_2^{\,6}\cos^6\varphi_2}{7!}+$$

$$-\frac{2!}{1!}r_2^{\,4}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^4\varphi_2\sin^2\varphi_1}{5!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_2^{\,4}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^4\varphi_2\sin^2\varphi_2}{5!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!}\frac{1}{2!}r_2^{\,2}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_2\sin^4\varphi_1}{3!\,4!}+$$

$$+\frac{2!2!}{1!1!}r_2^{\,2}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{3!\,2!\,2!}+\frac{4!}{2!2!}\cdot r_2^{\,2}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\cos^2\varphi_2\sin^4\varphi_2}{3!\,4!}+$$

$$+\frac{6!}{3!\,3!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^6\frac{\sin^6\varphi_1}{6!}+\frac{4!\,2!\,1!}{2!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^4\varphi_1\sin^2\varphi_2}{4!\,2!}+$$

$$+\frac{2!\,4!\,1!}{1!\,2!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_1\sin^4\varphi_2}{2!\,4!}+\frac{6!}{3!\,3!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^6\frac{\sin^6\varphi_2}{6!}\Bigg]\Bigg]+$$

$$+\frac{14!}{7!\,2^7}\cdot\Bigg[\frac{(r_1^{\,2}+r_2^{\,2}+\rho_1^{\,2}+\rho_2^{\,2})^1}{2^1\cdot 1!}\Bigg\{\cos\varphi_1\cos\varphi_2\Bigg[\frac{r_1^{\,4}\cos^4\varphi_1}{5!}+$$

$$+\frac{r_1^{\,2}r_2^{\,2}\cos^2\varphi_1\cos^2\varphi_2}{3!\,3!}+\frac{2!}{1!}r_1^{\,2}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\sin^2\varphi_1}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1^{\,2}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{3!\,2!}+\frac{r_2^{\,4}\cos^4\varphi_2}{5!}+\frac{2!}{1!}r_2^{\,2}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_1}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_2^{\,2}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2\sin^2\varphi_2}{3!\,2!}+\frac{4!}{2!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_1}{4!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{4!}{2!\,2!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_2}{4!}\Bigg]\Bigg\}\Bigg]-$$

$$-\frac{12!}{6!\,2^6}\Bigg[\frac{(r_1^{\,2}+r_2^{\,2}+\rho_1^{\,2}+\rho_2^{\,2})^2}{2^2\cdot 2!}\Bigg\{\cos\varphi_1\cos\varphi_2\Bigg[\frac{r_1^{\,2}\cos^2\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{r_2^{\,2}\cos^2\varphi_2}{3!}+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}\Bigg]\Bigg\}+$$

$$+\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^0}{2^0\,0!}\Big\{\cos\varphi_1\cos\varphi_2\cos^2\Delta\Big[\frac{r_1^4 r_2^2\cos^2\varphi_1}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{3!\,2!}+\frac{r_1^2 r_2^4\cos^2\varphi_2}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{3!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_1^2 r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_1^2 r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{4!\,2!\,1!}{2!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{2!\,4!\,1!}{1!\,2!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}\Big]+$$

$$+\cos\varphi_1\cos\varphi_2\sin^2\Delta\Big[\frac{2!}{1!}r_1^2 r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{3!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_1^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{2!}{1!}r_2^4\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{3!\,2!}+\frac{2!}{1!}r_1^2 r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{3!\,2!}+$$

$$+\frac{4!}{2!\,2!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!\,2!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}+\frac{4!}{2!\,2!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{2!\,2!}\Big]-$$

$$+\cos\psi_1\cos\psi_2\Big[\frac{2!}{1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{3!}+\frac{2!\,2!\,1!}{1!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+$$

$$+\frac{2!\,2!\,1!}{1!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}\Big]+$$

$$+\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos^2\Delta\Big[\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!}+\frac{4!}{2!}\frac{2!}{1!}\frac{1!}{2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{2!\,4!\,1!}{1!\,2!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{3!}\Big]+$$

$$+\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin^2\Delta\left[\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!}+\right.$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!}+\frac{4!\,2!\,1!}{2!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{3!}+$$

$$\left.+\frac{2!\,4!\,1!}{1!\,2!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{3!}\right]+$$

$$+\cos\varphi_1\sin\varphi_2\cos\Delta\sin\Delta\left[\frac{2!}{1!}r_1^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{3!}+\right.$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{3!}+\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{2!}+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+$$

$$+\frac{4!\,1!}{2!\,2!}r_1^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^4\varphi_2}{3!}+\frac{4!\,2!\,1!}{2!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{2!}+$$

$$\left.+\frac{2!\,4!\,1!}{1!\,2!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{3!}\right]+$$

$$+\cos\varphi_2\sin\varphi_1\cos\Delta\sin\Delta\left[\frac{2!}{1!}r_1^2r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!}+\right.$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_1^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_1}{2!}+\frac{2!}{1!}r_2^4\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{3!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\cos^2\varphi_2}{3!}+\frac{4!\,1}{2!\,2!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_1}{3!}+$$

$$+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}r_2^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}+\frac{4!\,2!\,1!}{2!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^4\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\frac{\sin^2\varphi_1}{3!}+$$

$$\left.\left.+\frac{2!\,4!\,1!}{1!\,2!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^4\frac{\sin^2\varphi_2}{2!}\right]\right]+$$

$$+\frac{10!}{5!\,2^5}\left[\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^3}{2^3.3!}\cos\varphi_1\cos\varphi_2+\right.$$

$$+\frac{(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^1}{2^1.1!}\cos\varphi_1\cos\varphi_2\cos^2\Delta\left[\frac{r_1^2r_2^2}{2!}+\right.$$

$$+\frac{2!\,2!\,1!}{1!\,1!\,2!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Bigg]+\cos\varphi_1\cos\varphi_2\sin^2\Delta\Bigg[\frac{2!}{1!}\frac{1}{2!}r_2{}^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2+$$

$$+\frac{2!}{1!}\frac{1}{2!}r_1{}^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\Bigg]+\cos\varphi_1\cos\varphi_2\left[\frac{2!}{1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\right]+$$

$$+\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos^2\Delta\left[\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\right]+$$

$$+\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin^2\Delta\left[\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\right]+$$

$$+\cos\varphi_1\sin\varphi_2\cos\Delta\sin\Delta\left[\frac{2!}{1!}r_1{}^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\right]+$$

$$+\cos\varphi_2\sin\varphi_1\cos\Delta\sin\Delta\left[\frac{2!}{1!}r_2{}^2\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2+\frac{2!\,2!}{1!\,1!}\left(\frac{\rho_1}{2}\right)^2\left(\frac{\rho_2}{2}\right)^2\right]\Bigg\}\Bigg] \quad . \; . \; (54)$$

Wir haben die Coefficienten p_0, p_2, p_4 und p_6 detailliert mitgetheilt, weil erst aus dem Ausdruck p_6 die Gesetzmässigkeit deutlich ersichtlich ist. Geht man hier, wie im ersten Theil der vorliegenden Abhandlung, durch Differentiation nach φ_1 auf das Drehungsmoment über und berücksichtigt den Einfluss der Componente K des Erdmagnetismus in derjenigen Ebene, in welcher sich die Magnete I und II befinden, so erhält man den Ausdruck

$$K\sin\psi=\frac{M_2}{e^3}\left\{\frac{q_0}{e^0}+\frac{q_2}{e^2}+\frac{q_4}{e^4}+\frac{q_6}{e^6}+\ldots\right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (55)$$

wo die Grössen q_0, q_2, q_4 ... folgende Werthe repräsentieren:

$$q_0=+3\sin\varphi_1\cos\varphi_2-\sin\Delta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (56)$$

$$q_2=-{}^3/_2\,(r^2_1+r^2_2+\rho^2_1+\rho^2_2)\Big[5\sin\varphi_1\cos\varphi_2-\sin\Delta\Big]+$$

$$+15r^2_1\left[(7\sin\varphi_1\cos\varphi_2-\sin\Delta)\frac{\cos^2\varphi_1}{2}-\cos\Delta\cos\varphi_1\sin\varphi_1\right]+$$

$$+15r^2_2\left[({}^7/_3\sin\varphi_1\cos\varphi_2-\sin\Delta)\frac{\cos^2\varphi_2}{2}\right]+15\rho^2_1\Big[(21\sin\varphi_1\cos\varphi_2-$$

$$- 5 \sin\Delta) \frac{\sin^2\varphi_1}{4} - {}^1/_2 (7 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - \sin\Delta) + \cos\Delta \cos\varphi_1 \sin\varphi_1 \Big] +$$

$$+ 15 \rho^2_2 \Big[(7 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - \sin\Delta) \frac{\sin^2\varphi_2}{4} + {}^1/_2 \cos\Delta \cos\varphi_2 \sin\varphi_2 \Big] \quad . \ (57)$$

$$q_1 = \frac{15}{8} (r^2_1 + r^2_2 + \rho^2_1 + \rho^2_2)^2 . (7 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - \sin\Delta) - 105 (r^2_1 + r^2_2 +$$

$$+ \rho^2_1 + \rho^2_2) \Big\{ \frac{9}{4} \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 \Big[r^2_1 \cos\varphi^2_1 + \frac{r^2_2}{3} \cos^2\varphi_2 +$$

$$+ \frac{\rho^2_1}{2} (\sin^2\varphi_1 - 2 \cos^2\varphi_1) + \frac{\rho^2_2}{2} \sin^2\varphi_2 \Big] - \frac{1}{4} \sin\Delta \Big[r^2_1 \cos^2\varphi_1 +$$

$$+ r^2_2 \cos^2\varphi_2 + \frac{\rho^2_1}{2} (3 \sin^2\varphi_1 - \cos^2\varphi_1) + \frac{\rho^2_2}{2} \sin^2\varphi_2 \Big] +$$

$$+ \frac{\cos\Delta}{2} \Big[(\rho^2_1 - r^2_1) \cos\varphi_1 \sin\varphi_1 + \rho^2_2 \cos\varphi_2 \sin\varphi_2 \Big] \Big\} +$$

$$+ \frac{315}{2} r^4_1 \Big\{ \frac{\cos^4\varphi_1}{4} \Big[11 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - \sin\Delta \Big] - \cos\Delta \cos^3\varphi_1 \sin\varphi_1 \Big\} +$$

$$+ 15 r^2_1 r^2_2 \Big\{ \frac{\cos^2\Delta}{2} \Big[7 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - \sin\Delta \Big] -$$

$$- 7 \cos\Delta \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \Big[\frac{9}{2} \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - \sin\Delta \Big] +$$

$$+ \frac{21}{4} \cos^2\varphi_1 \cos^2\varphi_2 \Big[11 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - 3 \sin\Delta \Big] \Big\} +$$

$$+ \frac{63}{8} r^4_2 \Big\{ \cos^4\varphi_2 \Big[11 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 - 5 \sin\Delta \Big] \Big\} +$$

$$+ \frac{945}{8} \rho^4_1 \Big\{ \cos\Delta \cos\varphi_1 \sin^3\varphi_1 + \frac{\sin\Delta \sin^2\varphi_1}{2} \Big[3 \cos^2\varphi_1 - \frac{5}{4} \sin^2\varphi_1 \Big] +$$

$$+ \frac{11}{2} \sin^3\varphi_1 \cos\varphi_2 \Big[\frac{\sin^2\varphi_1}{4} - \cos^2\varphi_1 \Big] \Big\} +$$

$$+ \frac{105}{4} \rho^2_1 \rho^2_2 \Big\{ \frac{9}{2} \sin\Delta \sin^2\varphi_2 (1 - {}^5/_2 \sin^2\varphi_1) - {}^3/_{14} \sin^3\Delta +$$

$$+ 9 \cos\Delta \sin\varphi_2 \Big[\cos\varphi_2 (1 - {}^3/_2 \sin^2\varphi_1) + \cos\varphi_1 \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 \Big] +$$

$$+ \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 (1 - 2 \sin^2\Delta) + \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 \Big[2 -$$

$$
\begin{aligned}
&- \frac{99}{4} \sin^2\varphi_2 (1 - 2\sin^2\varphi_1) - {}^5/_2 \sin^2\Delta \Big] - \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 - \\
&- \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 \cos\Delta \sin\Delta \Big\} + \frac{945}{16} \rho^4_2 \sin^3\varphi_2 \Big\{ \cos\Delta \cos\varphi_2 - \\
&- \frac{1}{4} \sin\Delta \sin\varphi_2 + \frac{11}{4} \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 \sin\varphi_2 \Big\} + \\
&+ \frac{315}{4} r^2_1 \rho^2_1 \cos\varphi_1 \Big\{ \sin\Delta \cos\varphi_1 (1 - \frac{11}{2} \sin^2\varphi_1) + \\
&+ \cos\Delta \sin\varphi_1 (4 - 7\sin^2\varphi_1) - 11 \cos\varphi_1 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 (1 - {}^5/_2 \sin^2\varphi_1) \Big\} + \\
&+ 15 r^2_1 \rho^2_2 \Big\{ \sin\Delta \Big[{}^1/_2 - \frac{63}{8} \cos^2\varphi_1 \sin^2\varphi_2 \Big] + 7 \sin^2\Delta \Big[\cos\varphi_1 \sin\varphi_2 + \\
&+ {}^1/_4 \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 \Big] - {}^3/_4 \sin^3\Delta + \\
&+ \frac{63}{2} \sin\varphi_1 \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 \cos\varphi_2 \Big[\frac{11}{4} \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 - \sin\Delta \Big] + \\
&+ \frac{7}{2} \cos\Delta \cos(\varphi_1 + \varphi_2) \Big[\frac{9}{2} \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 - \\
&- \sin\Delta \Big] - \frac{7}{2} \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 \Big\} + 15 r^2_2 \rho^2_1 \Big\{ \sin\Delta \Big[\frac{1}{2} + \\
&+ \frac{63}{4} \cos^2\varphi_2 (1 - {}^5/_2 \sin^2\varphi_1) \Big] + \frac{35}{4} \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 \sin^2\Delta - {}^3/_4 \sin^3\Delta - \\
&- \frac{7}{2} \sin\varphi_1 \cos\varphi_2 \Big[1 - 9 \cos\Delta \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 + \frac{33}{2} \cos^2\varphi_2 (1 - {}^3/_2 \sin^2\varphi_1) \Big] \Big\} + \\
&+ \frac{945}{4} r^2_2 \rho^2_2 \cos^2\varphi_2 \sin\varphi_2 \Big\{ \frac{1}{3} \cos\Delta \cos\varphi_2 - \frac{1}{2} \sin\Delta \sin\varphi_2 + \\
&+ \frac{11}{6} \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 \cos\varphi_2 \Big\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (58)
\end{aligned}
$$

Wir nehmen davon Abstand das nächste, mehrere Seiten einnehmende Glied anzuschreiben, da man im Bedarfsfalle durch Differentiation des Ausdrucks 54 denselben erhält. Die Coefficienten 56 bis 58 gehen für $\rho_1 = \rho_2 = 0$ in die Ausdrücke 16 des ersten Theils, Seite 97, über, wenn man die einzelnen Glieder entsprechend anordnet.

Wir haben hier die Glieder nach r und ρ gruppiert, damit man sofort übersieht, von welcher Ordnung die Ausdrücke für ρ_1 und ρ_2 sind. Am deutlichsten sieht man die Bedeutung von ρ_1 und ρ_2 in den Potenzen der Summen $r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2$, wo die Radien der Polkreise in demselben Maasse das Resultat beeinflussen, wie die Poldistanzen.

Wir wollen nachstehend die ersten Coefficienten für die vier Hauptlagen nach den Ausdrücken 56 bis 58 anschreiben und dabei zur Horizontal-Intensität übergehen.

Erste Hauptlage von Gauss.

$$
\begin{aligned}
H \operatorname{tg} \psi = \frac{2 M_2}{e^3} \Big\{ 1 + \frac{1}{e^2} \Big[& -3(r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2) + 5 r_2^2 + \\
& + 15 r_1^2 \sin^2\psi + \frac{15}{2} \rho_1^2 (1 - 3 \sin^2\psi) \Big] + \frac{1}{e^4} \Big[\frac{45}{8} (r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^2 - \\
& - \frac{105}{2} (r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2) \Big[\frac{3}{2} r_1^2 \sin^2\psi + \frac{1}{2} r_2^2 + \frac{3}{4} \rho_1^2 - \\
& - \frac{19}{8} \rho_1^2 \sin^2\psi \Big] + \frac{945}{8} r_1^4 \sin^4\psi + \frac{615}{4} r_1^2 r_2^2 \sin^2\psi + \frac{189}{8} r_2^4 + \\
& + \frac{2835}{64} \rho_1^4 (1 - 6 \sin^2\psi + 5 \sin^4\psi) - \frac{15}{8} \rho_1^2 \rho_2^2 (5 - 19 \sin^2\psi) + \\
& + \frac{945}{8} r_1^2 \rho_1^2 \sin^2\psi (3 - 5 \sin^2\psi) + \frac{15}{4} r_1^2 \rho_2^2 (3 - 9 \sin^2\psi) + \\
& \frac{15}{8} r_2^2 \rho_1^2 (41 - 95 \sin^2\psi) \Big] \cdots \Big\} \quad \ldots\ldots \quad (59).
\end{aligned}
$$

Zweite Hauptlage von Gauss.

$$
\begin{aligned}
H \operatorname{tg} \psi = \frac{M_2}{e^3} \Big\{ 1 + \frac{1}{e^2} \Big[& -\frac{3}{2} (r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2) + \\
& + \frac{15}{2} r_1^2 (1 - 3 \sin^2\psi) - \frac{15}{2} \rho^2 (1 - {}^9/_2 \sin^2\psi) + \frac{15}{4} \rho_2^2 \Big] + \\
& + \frac{1}{e^4} \Big[\frac{15}{8} (r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2)^2 -
\end{aligned}
$$

$$-105\,(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)\left[\frac{r_1^2}{4}(1-3\sin^2\psi)-\rho_1^2\left(\frac{1}{8}-\sin^2\psi\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{1}{8}\rho_2^2\right]+\frac{315}{8}r_1^4[1-6\sin^2\psi+5\sin^4\psi]+\frac{15}{2}r_1^2r_2^2\sin^2\psi-$$

$$-\frac{945}{16}\rho_1^4\sin^2\psi\left(3-\frac{25}{4}\sin^2\psi\right)-15\,\rho_1^2\rho_2^2\left(11-\frac{589}{16}\sin^2\psi\right)+$$

$$+\frac{945}{64}\rho_2^4-\frac{315}{4}r_1^2\rho_1^2\left(1-\frac{21}{2}\sin^2\psi+7\sin^4\psi\right)+$$

$$\left.+\frac{1395}{8}r_1^2\rho_2^2(1-3\sin^2\psi)+\frac{15}{4}r_2^2\rho_1^2(1-3\sin^2\psi)\right]\cdots\Bigg\} \quad (60).$$

Erste Hauptlage von Lamont.

$$H\sin\psi=\frac{2M}{e^3}\Bigg\{1+\frac{1}{e^2}\left[-3(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)+\right.$$

$$\left.+5\,r_2^2+\frac{15}{2}\rho_1^2\right]+\frac{1}{e^4}\left[\frac{45}{8}(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^2-\right.$$

$$-\frac{105}{2}(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)\left(\frac{1}{2}r_2^2+\frac{3}{4}\rho_1^2\right)+\frac{189}{8}r_2^4+$$

$$\left.+\frac{2835}{64}\rho_1^4-\frac{75}{8}\rho_1^2\rho_2^2+\frac{45}{4}r_1^2\rho_2^2+\frac{615}{8}r_2^2\rho_1^2\right]\cdots\Bigg\} \quad (61).$$

Zweite Hauptlage von Lamont.

$$H\sin\psi=\frac{M}{e^3}\Bigg\{1+\frac{1}{e^2}\left[-\frac{3}{2}(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)+\right.$$

$$\left.+\frac{15}{2}\left(r_1^2-\rho_1^2+\frac{\rho_2^2}{2}\right)\right]+\frac{1}{e^4}\left[\frac{15}{8}(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)^2-\right.$$

$$-\frac{105}{4}(r_1^2+r_2^2+\rho_1^2+\rho_2^2)\left[r_1^2-\frac{\rho_1^2}{2}+\frac{\rho_2^2}{2}\right]+$$

$$+\frac{315}{8}r_1^4-165\,\rho_1^2\rho_2^2+\frac{945}{64}\rho_2^4-\frac{315}{4}r_1^2\rho_1^2+$$

$$\left.+\frac{1395}{8}r_1^2\rho_2^2+\frac{15}{4}r_2^2\rho_1^2\right]\cdots\Bigg\} \quad \ldots\ldots (62).$$

Anwendung der Formeln.

In Folge der unsichern Bestimmung der Grössen q_2, q_4 u. s. w. hat man sich bemüht Mittel zu finden, um dieselben möglichst klein zu machen. Man hat versucht die Coefficienten q_2 durch Wahl der Magnetlängen auf Null zu bringen und hat dann durch Beobachtungen auf zwei Entfernungen q_4 bestimmt, oder man hat auf demselben Wege q_4 auf Null gebracht und dann q_2 ermittelt. Das beste Mittel ist die Entfernung e möglichst gross und die Dimensionen der Magnete möglichst klein zu wählen, doch so, dass die Messung der Ablenkungswinkel genau genug ausgeführt werden kann. Was die Dimensionen der Magnete anbelangt, so ist die Einführung derselben in die Formel unsicher in Folge der Vernachlässigung der Querdimensionen. Wenn man aber dünnwandige Hohlcylinder anwendet, so werden die Querdimensionen sehr genau berücksichtigt, wie oben gezeigt worden ist, während die Poldistanzen wegen nicht genau genug bekanntem Verhältniss zur Magnetlänge immerhin die bedeutenste Fehlerquelle bleibt. Es scheint mir daher zweckmässig, die Querdimensionen der hohlcylindrischen Magnete zu vergrössern und dafür die Magnetlängen einzuschränken, womit der Einfluss der weniger bekannten Grössen möglichst verkleinert wird und zwar bei stärkerer Berücksichtigung von Grössen, die theoretisch und practisch zugänglicher sind.

Wir haben in allen vier Hauptlagen die Möglichkeit durch geeignete Wahl des Verhältnisses des Durchmessers von hohlcylindrischen Magneten zur Poldistanz das erste Glied q_2 auf Null zu bringen und durch fernere geeignete Wahl des Verhältnisses der Magnetlängen in gewissen Fällen auch das zweite Glied q_4 auf Null zu reduciren, so dass nur das dritte Glied $\frac{q_6}{e^6}$ durch zwei Entfernungen zu bestimmen übrig bleibt, welches aber für gewöhnlich sehr klein ist.

Die Methode q_2 durch Wahl der Poldistanzen auf Null zu bringen ist nur bei den Lamont'schen Hauptlagen zulässig, weil die Grösse q_2 vom Ablenkungswinkel unabhängig ist, dagegen bei den Gauss'schen Hauptlagen, wo dieser Coefficient den Winkel ψ enthält, können die Dimensionen im Voraus, wo man das magnetische Mo-

ment, resp. den Ablenkungswinkel nicht kennt, oder die Beobachtungen an einem andern Ort bei einer andern Horizontal-Intensität auszuführen hat, nicht mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmt werden.

Auch die Ermittelung der Coefficienten q_2 oder q_4 durch Beobachtungen auf zwei Entfernungen e und ε ist nur bei den Lamont'schen Hauptlagen, nicht aber bei den Gauss'schen anwendbar, wie wir oben Seite 137 und 138 nachgewiesen haben.

Wir wollen nun die Frage untersuchen, in welchem Verhältniss müssen die Querdimensionen der hohlcylindrischen Magnete zu den Poldistanzen stehen, damit das erste Glied $q_2 = 0$ wird. Dabei muss das Verhältniss für den Magnet I und den Magnet II getrennt betrachtet werden. Wir schreiben die von r_1^2 und ρ_1^2 abhängigen Theile des Ausdrucks q_2 in folgender Weise:

Gauss: erste Hauptlage.

$$-3\,r_1^2 + 15\,r_1^2 \sin^2\psi + \frac{9}{2}\rho_1^2 - \frac{45}{2}\rho_1^2 \sin^2\psi = 0.$$

Gauss: zweite Hauptlage.

$$+6\,r_1^2 - \frac{45}{2} r_1^2 \sin^2\psi - 9\,\rho_1^2 + \frac{135}{4}\rho_1^2 \sin^2\psi = 0.$$

Lamont: erste Hauptlage.

$$-3\,r_1^2 + \frac{9}{2}\rho_1^2 = 0.$$

Lamont: zweite Hauptlage.

$$+6\,r_1^2 - 9\,\rho_1^2 = 0.$$

Schon ein flüchtiger Blick auf die Coefficienten zeigt, dass der Coefficient von ρ_1^2 in allen vier Lagen $1^1/_2$ Mal so gross ist, als der von r_1^2 und bei dem Verhältniss

$$r_1^2 = 1{,}5\,\rho^2$$

werden alle vier Ausdrücke auf Null gebracht.

Betrachten wir in derselben Weise den Magnet II und schreiben den andern Theil des Ausdrucks q_2 nachstehend an:

Gauss: erste Hauptlage.

$$-2\,r_2^{\,2} - 3\,\rho_2^{\,2} = 0.$$

Gauss: zweite Hauptlage.

$$-\frac{3}{2}\,r_2^{\,2} + \frac{9}{4}\,\rho_2^{\,2} = 0.$$

Lamont: erste Hauptlage.

$$+2\,r_2^{\,2} - 3\,\rho_2^{\,2} = 0.$$

Lamont: zweite Hauptlage.

$$-\frac{3}{2}\,r_2^{\,2} + \frac{9}{4}\,\rho_2^{\,2} = 0.$$

Auch hier sieht man sofort, dass die Coefficienten von $\rho_2^{\,2}$ in allen vier Hauptlagen $1^1/_2$ Mal so gross sind, als von $r_2^{\,2}$ und somit bringt auch hier das Verhältniss

$$r_2^{\,2} = 1{,}5\,\rho_2^{\,2}$$

den Ausdruck q_2 auf Null. Diese Eigenthümlichkeit, dass für $r^2 = 1.5\,\rho^2$ der Ansdruck q_2 identisch verschwindet, besitzt das allgemeine Glied 57 nicht und die kommt nur zum Vorschein, wenn specielle Annahmen für die Winkel φ_1 und φ_2 gemacht werden. Damit der Ausdruck q_2 verschwinde, muss die Poldistanz $\sqrt{1.5} = 1.225$ Mal grösser sein, als der Durchmesser des hohlcylindrischen Magnets.

Nachdem das Glied q_2 durch die Annahme

$$r^2 = \frac{3}{2}\,\rho^2$$

Null geworden ist, können wir auf das Glied q_4 übergehen, um zu sehen, in welchen Fällen und bei welchem Verhältniss von r_1 zu r_2 oder ρ_1 zu ρ_2 auch dieses verschwindet.

Nach Einführung von $r^2 = {}^3/_2\,\rho^2$ und $r^4 = {}^9/_4\,\rho^4$ erhält man für die erste Hauptlage von Gauss für q_4 den Werth

$$q_4 = -\left[\frac{81}{8}\rho_2^4 + \left(\frac{15}{4} - \frac{2565}{32}\sin^2\psi\right)\rho_2^2\rho_1^2 + \right.$$

$$\left. + \left(\frac{1215}{64} - \frac{4515}{16}\sin^2\psi + \frac{25515}{64}\sin^4\psi\right)\rho_1^4\right.$$

und die Bedingung $q_4 = 0$ führt zur quadratischen Gleichung

$$\rho_2^4 + \left(\frac{10}{27} - \frac{95}{12}\sin^2\psi\right)\rho_2^2\rho_1^2 + \left(\frac{15}{8} - \frac{1505}{54}\sin^2\psi + \frac{315}{8}\sin^4\psi\right)\rho_1^4 = 0$$

und diese giebt die Wurzeln:

$$\rho_2^2 = \rho_1^2\left[-\frac{5}{27} + \frac{95}{24}\sin^2\psi \pm\right.$$

$$\left.\pm\frac{1}{6}\sqrt{-\frac{10735}{162} + \frac{8555}{9}\sin^2\psi - \frac{13655}{16}\sin^4\psi}\right].$$

Für kleine Winkel sind diese Wurzeln imaginär und sie werden reell von dem Werthe von $\psi = 15^0\,21'$ an, wobei alsdann $\rho_2^2 = 0.09\,\rho_1^2$ das Glied q_4 auf Null bringt. Beim Anwachsen des Winkels ψ wächst auch der Coefficient von ρ_1^2 bis zum Maximum von 9.33 welcher Werth für $\psi = 90^0$ gilt.

Für die erste Hauptlage von Lamont erhält man den Werth q_4

$$q_4 = -\frac{81}{8}\rho_2^4 - \frac{15}{4}\rho_2^2\rho_1^2 - \frac{1215}{64}\rho_1^4$$

und da alle Glieder gleiche Vorzeichen haben und $\left(\frac{15}{4}\right)^2 < \frac{1215}{16}$ ist, so führt die Bedingungsgleichung $q_4 = 0$ auf eine quadratische Gleichung mit imaginären Wurzeln. Das Glied q_4 ist in der Lamontschen ersten Hauptlage immer negativ, wenn das Verhältniss $r^2 = {}^3/_2\,\rho^2$ besteht.

Die zweite Hauptlage von Gauss führt für $q_4 = 0$ auf die Gleichung

$$\rho_2^4 - \left(\frac{116}{27} - \frac{284}{9}\sin^2\psi\right)\rho_1^2\rho_2^2 + \left(\frac{356}{27} - \frac{2408}{27}\sin^2\psi + \frac{7}{3}\sin^4\psi\right) = 0$$

und die von Lamont ergiebt:

$$\rho_2^4 - \frac{116}{27}\rho_2^2\rho_1^2 + \frac{356}{27}\rho_1^4 = 0.$$

Die Auflösung derselben ergiebt:

$$\text{Gauss: } \rho_2^2 = \rho_1^2\left\{\frac{58}{27} - \frac{142}{9}\sin^2\psi \pm \right.$$

$$\left. \pm\frac{1}{2}\sqrt{-34.3 + 85.6\sin^2\psi + 986.5\sin^4\psi}\right\}$$

$$\text{Lamont: } \rho_2^2 = \rho_1^2\left\{\frac{58}{27} \pm \frac{1}{2}\sqrt{-34.3}\right\}.$$

Die letztere hat nur imaginäre Wurzeln und die erstere Gleichung hat von $\psi = 22^0\,40'$ an reelle Wurzeln, die aber negativ sind und daher hier keine Anwendung haben. Wir sehen also, dass das zweite Glied q_4 nur bei grossen Winkeln in der ersten Gauss'schen Hauptlage für die Annahme $r^2 = {}^3/_2\,\rho^2$, identisch verschwindet und in andern Fällen durch Berechnung oder Beobachtung ermittelt werden muss.

Ein anderer Weg besteht darin, im Ausdruck q_2 die Verhältnisse von r_1 zu r_2 so zu wählen, dass dieser Theil gleich Null wird und dann auch ρ_1 zu ρ_2 so zu wählen, dass auch dieser andere Theil gleichfalls Null wird. Da bei den Gauss'schen Hauptlagen sich diese Verhältnisse mit dem Ablenkungswinkel ändern, so kann ein constantes Verhältniss nur für die beiden Lamont'schen Lagen vorausgesetzt werden.

Die erste Lamontsche Hauptlage giebt für $q_2 = 0$

$$r_2^2 = {}^3/_2\,r_1^2 \text{ und } \rho_2^2 = {}^3/_2\,\rho_1^2$$

und wenn wir diese Werthe in den Ausdruck q_4 einsetzen und dann $q_4 = 0$ werden lassen wollen, so muss der Gleichung

$$(q_4) = -\frac{2115}{64}\rho_1^4 + \frac{45}{8}\rho_1^2 r_1^2 - \frac{81}{8} r_1^4 = 0$$

Genüge geschehen. Doch hat diese Gleichung nur imaginäre Wurzeln.

Diese zweite Lamontsche Hauptlage giebt für $q_2 = 0$ die Werthe

$$r_2^2 = 4 r_1^2 \text{ und } \rho_2^2 = 4 \rho_1^2$$

und nach Einsetzung dieser Werthe in q_4 erhält man die Gleichung

$$(q_4) = -\frac{2295}{4}\rho_1^4 + \frac{3195}{8}\rho_1^2 r_1^2 - 45 r_1^4 = 0.$$

Diese Gleichung hat die Wurzeln

$$r_1^2 = +9.71\,\rho_1^2 \text{ und } r_1^2 = -0.83\,\rho_1^2.$$

Die negative Wurzel ist hier nicht anwendbar und es bleibt nur die positive und die ergiebt

$$r_1 = 3.12\,\rho_1.$$

Wir finden demnach, dass das erste Glied in allen vier Lagen gleich Null wird, wenn entweder

$$r_1 = 1.225\,\rho_1 \text{ und } r_2 = 1.225\,\rho_2$$

oder

$$r_2 = 1.225\,r_1 \text{ und } \rho_2 = 1.225\,\rho_1$$

ist. Der erste Fall verlangt, dass die Magnete kurz und dick sein müssen und auf das Verhältniss der Längen der beiden Magnete zu einander kommt es gar nicht und man umgeht das Glied q_2. Der zweite Fall verlangt nur ein bestimmtes Verhältniss der Magnetlängen—und das Wichtigste dabei, man umgeht das unbekannte Verhältniss der Magnetlänge zur Poldistanz im ersten Gliede—und dasselbe Verhältniss der Dicke der Magnete. Soll nun auch das

zweite Glied q_4 identisch gleich Null werden, so kann das nur in der zweiten Hauptlage von Lamont practisch verwerthet werden, und in dem Falle muss die Poldistanz 3.12 Mal grösser sein, als der Durchmesser der hohlcylindrischen Magnete. Dieser letzte Fall scheint für die Praxis der absoluten erdmagnetischen Messung der wichtigste zu sein, in dem durch Ablenkungen nur das Glied $\frac{q^6}{e^9}$ zu bestimmen ist, welches aber sehr klein ist.

Da es gelingt durch entsprechende Auswahl von Dimensionen die Glieder q_2 und q_4 für die zweite Lamontsche Hauptlage auf Null zu bringen, so ist es wohl auch möglich, dank wechselnder Zeichen der Glieder, die Summe

$$q^6 + \frac{q_8}{e^2}$$

durch geeignete Wahl der Dimensionen der Magnete und der Entfernung e auch die Ausdrücke q_6 und q_8 auf Null zu reduciren. Ich habe diese Berechnung nicht gemacht, weil vor der Hand die Sicherheit der Beobachtung es noch nicht fordern.

Anhang.

Seite 86 habe ich bereits erwähnt, dass man verschiedene Wege einschlagen kann, um die Formel (1) zu entwickeln, ohne auf andere, als die dort benutzte einzugehen. Ich will hier nur einen derselben, theoretisch viel gangbareren Weg weisen, jedoch aus weiterhin ersichtlichen Gründen nur anhangsweise.

Wir schreiben die Formeln (2), Seite 86, in folgender Weise:

$$e_2{}^2 = E^2 + 2\,vEr_1 \cos\varphi_1 + 2\,vEr_2 \cos\varphi_2 + 2\,r_1 r_2 \cos\Delta\,,$$

wo zur Abkürzung

$$E^2 = e^2 + r_1{}^2 + r_2{}^2$$
$$v = e : E$$

gesetzt ist. Die übrigen Ausdrücke $e_1{}^2$ $e_3{}^2$ und $e_4{}^2$ schreiben sich in gleicher Weise. In den Formeln (3), Seite 88, gehen die Grös-

sen r_1^2 und r_2^2 in E über, wodurch die Formeln (3) eine einfachere Gestalt annehmen und die Grösse A auf Seite 89 verschwindet. Anstatt des Quadrinoms (5), Seite 89, haben wir nur ein Trinom und in der Formel (13), Seite 94 und 95, und es fallen alle Glieder fort, die den Factor $(r_1^2 + r_2^2)^n$ enthalten, wofür ein entsprechender Factor v^n in andere Glieder übergeht. Wenn wir die entsprechenden Entwickelungen ausführen und uns der Abkürzungen

$$L_m = \frac{(2\,m)\,!}{2^m \,.\, m\,!\,m\,!}$$

$$m_n = \frac{m\,!}{n\,!\,(n-m)\,!}$$

also

$$L_m \,.\, m_n = \frac{(2\,m)\,!}{2^m \,.\, m\,!\,n\,!\,(m-n)\,!}$$

ferner

$$b = r_1 \cos \varphi_1$$

$$c = r_2 \cos \varphi_2$$

$$d = r_1 r_2 \cos \Delta$$

bedienen, so können wir die Formel (13), Seite 94 und 95, für das Potential zweier Magnete auf einander in folgender übersichtlicher Weise schreiben. Diese Formel lässt sich leicht verificiren, wenn wir in der Gleichung (13) den Werth $(r_1^2 + r_2^2)^n$ gleich Null setzen.

$$V = \frac{4\,\mu_1 \mu_2}{E} \Big\{ \frac{1}{E^2} \Big[L_1 1_1 d^1 - L_2 2_0 v^2 (2_1 bc) \Big] + \frac{1}{E^4} \Big[L_3 3_1 v^2 d^1 (2_0 b^2 +$$

$$+ 2_2 c^2) - L_4 4_0 v^4 bc (4_1 b^2 + 4_3 c^2) \Big] + \frac{1}{E^6} \Big[L_3 3_3 d^3 - L_4 4_2 v^2 d^2 (2_1 bc) +$$

$$+ L_5 5_1 v^4 d^1 (4_0 b^4 + 4_2 b^2 c^2 + 4_4 c^4) - L_6 6_0 v^6 bc (6_1 b^4 + 6_3 b^2 c^2 + 6_5 c^4) \Big] +$$

$$+ \frac{1}{E^8} \Big[L_5 5_3 v^2 d^3 (2_0 b^2 + 2_2 c^2) - L_6 6_2 v^4 d^2 bc (4_1 b^2 + 4_3 c^2) +$$

$$+ L_7 7\, v^6 d^1 (6_0 b^6 + 6_2 b^4 c^2 + 6_4 b^2 c^4 + 6_6 c^6) - L_8 8_0 v^8 bc (8_1 b^6 +$$

$$+ 8_3 b^4 c^2 + 8_5 b^2 c^4 + 8_7 c^6) \Big] + \cdots$$

Nach diesen Gliedern kann man ohne Weiteres die Reihe fortsetzen. Durch die Differentiation nach φ_1, dem veränderlichen Winkel, erhalten wir die folgende allgemeine Formel, welche mit der Formel (16) auf Seite 97 und 98 identisch ist.

$$K \sin \psi = \frac{M_2}{E^3} \left\{ \frac{1}{E^0} \left[- L_1 1_1 \sin \Delta + L_2 2_0 v^2 2_1 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \right] + \right.$$

$$+ \frac{1}{E^2} \left[- L_3 3_1 v^2 (\sin \Delta [2_0 r_1^2 \cos^2 \varphi_1 + 2_2 r_2^2 \cos^2 \varphi_2] + \right.$$

$$- \cos \Delta [2 . 2_0 r_1^2 \cos \varphi_1 \sin \varphi_1]) + L_4 4_0 v^4 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 (4_1 . 3 r_1^2 \cos^2 \varphi_1 -$$

$$\left. + 4_3 . r_2^2 \cos \varphi_2) \right] + \frac{1}{E^4} \left[- L_3 3_3 1_0 3 r_1^2 r_2^2 \cos^2 \Delta \sin \Delta + \right.$$

$$+ L_4 4_2 v^2 2_1 r_1^2 r_2^2 \cos \Delta \cos \varphi_2 (2 \sin \Delta \cos \varphi_1 + \cos \Delta \sin \varphi_1) -$$

$$- L_5 5_1 v^4 \sin \Delta (4_0 r_1^4 \cos^4 \varphi_1 - 4_2 r_1^2 r_2^2 \cos^2 \varphi_1 \cos^2 \varphi_2 + 4_4 r_2^4 \cos^4 \varphi_2) -$$

$$- L_5 5_1 v^4 \cos \Delta \cos \varphi_1 \sin \varphi_1 (4 . 4_0 r_1^4 \cos^2 \varphi_1 + 2 . 4_2 r_1^2 r_2^2 \cos^2 \varphi_2) +$$

$$+ L_6 6_0 v^6 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 (5 . 6_1 r_1^4 \cos^4 \varphi_1 + 3 . 6_3 r_1^2 r_2^2 \cos^2 \varphi_1 \cos^2 \varphi_2 +$$

$$\left. - 6_5 r_2^4 \cos^4 \varphi_2) \right] + \frac{1}{E^6} \left[- L_5 5_3 v^2 r_1^2 r_2^2 \cos^2 \Delta (3 \sin \Delta [2_0 r_1^2 \cos^2 \varphi_1 + \right.$$

$$+ 2_2 r_2^2 \cos^2 \varphi_2] + 2 \cos \Delta . 2_0 r_1^2 \cos \varphi_1 \sin \varphi_1) +$$

$$- L_6 6_2 v^4 r_1^2 r_2^2 \cos \Delta \cos \varphi_2 (2 \sin \Delta \cos \varphi_1 [4_1 r_1^2 \cos^2 \varphi_1 + 4_3 r_2^2 \cos^2 \varphi_2] +$$

$$+ \cos \Delta \sin \varphi_1 [3 . 4_1 r_1^2 \cos^2 \varphi_1 + 4_3 r_2^2 \cos^2 \varphi_2)] -$$

$$- L_7 7_1 v^6 \Big(\sin \Delta (6_0 r_1^6 \cos^6 \varphi_1 + 6_2 r_1^4 \cos^4 \varphi_1 r_2^2 \cos^2 \varphi_2 +$$

$$+ 6_4 r_1^2 \cos^2 \varphi_1 r_2^4 \cos^4 \varphi_2 + 6_6 r_2^6 \cos^6 \varphi_2) +$$

$$+ \cos \Delta \cos \varphi_1 \sin \varphi_1 (6 . 6_0 r_1^6 \cos^4 \varphi_1 + 4 . 6_2 r_1^4 \cos^2 \varphi_1 r_2^2 \cos^2 \varphi_2 +$$

$$+ 2 . 6_4 r_1^2 r_2^4 \cos^4 \varphi_2) \Big) + L_8 8_0 v^8 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 (7 . 8_1 r_1^6 \cos^6 \varphi_1 +$$

$$+ 5 . 8_3 r_1^4 \cos^4\varphi_1 r_2^2 \cos^2\varphi_2 + 3 . 8_5 r_1^2 \cos^2\varphi_1 r_2^4 \cos^4\varphi_2 +$$

$$+ 1 . 8_7 r_2^6 \cos^6\varphi_2) \Big] + \cdots$$

Die Anzahl der Glieder ist hier zwei Mal kleiner, als in der Formel (16).—Für die Hauptlagen erhält man nachstehende Ausdrücke:

Gauss. Erste Hauptlage.

$$K \operatorname{tg}\psi = \frac{M_2}{E^3} \Big\{ \frac{1}{E^0}\Big[3 v^2 - 1\Big] + \frac{1}{E^2}\Big[\frac{5}{2} v^2 (7 v^2 - 3)(3 r_1^2 \sin^2\psi + r_2^2)\Big] +$$

$$+ \frac{1}{E^4}\Big[\frac{15}{2} r_1^2 r_2^2 \sin^2\psi (21 v^2 - 1) - \frac{315}{8} v^4 [5 r_1^4 \sin^4\psi +$$

$$+ 18 r_1^2 r_2^2 \sin^2\psi + r_2^4] + \frac{693}{8} v^6 [5 r_1^4 \sin^4\psi +$$

$$+ 10 r_1^2 r_2^2 \sin^2\psi + r_2^4]\Big] + \cdots \Big\}$$

Gauss. Zweite Hauptlage.

$$K \operatorname{tg}\psi = \frac{M_2}{E^3} \Big\{ \frac{1}{E^0} + \frac{1}{E^2} \cdot \frac{15}{2} v^2 r_1^2 (\cos^2\psi - 2 \sin^2\psi) +$$

$$+ \frac{1}{E^4} \cdot \frac{15}{2}\Big[r_1^2 r_2^2 \sin^2\psi + \frac{21}{4} v^4 r_1^4 \cos^2\psi (\cos^2\psi - 4 \sin^2\psi)\Big] + \cdots \Big\}$$

Lamont. Erste Hauptlage.

$$K \sin\psi = \frac{M_2}{E^3} \Big\{ \left(\frac{v r_2}{E}\right)^0 \cdot \left(3 v^2 - 1\right) + \frac{5}{2}\left(\frac{v r_2}{E}\right)^2 \cdot \left(7 v^2 - 3\right) +$$

$$+ \frac{63}{8}\left(\frac{v r_2}{E}\right)^4 \left(11 v^2 - 5\right) + \frac{429}{16}\left(\frac{v r_2}{E}\right)^6 \left(15 v^2 - 7\right) + \cdots \Big\}$$

Das allgemeine Glied lautet:

$$+ L_m \Big[(2 m + 1) v^2 - m\Big] \cdot \left(\frac{v r_2}{E}\right)^{m-1}$$

wo m eine ungrade ganze Zahl bedeutet.

Lamont. Zweite Hauptlage.

$$K \sin \varphi = \frac{M_2}{E^3} \left\{ 1 + \frac{15}{2} \left(\frac{vr_1}{E}\right)^2 + \frac{315}{8} \left(\frac{vr_1}{E}\right)^4 + \frac{3003}{16} \left(\frac{vr_1}{E}\right)^6 + \cdots \right\}$$

Das allgemeine Glied lautet:

$$+ L_m m_1 \left(\frac{vr_1}{E}\right)^{m-1}$$

wo m eine ungrade ganze Zahl bedeutet.

Ganz besonderes Interesse beanspruchen hier die beiden Formeln für die Lamontschen Hauptlagen, indem die Glieder einen überraschend einfachen Bau haben und ausserdem die Reihe für die erste Hauptlage nur r_2 und die für die zweite Hauptlage nur r_1 enthält. Dadurch erhält man eine vorzügliche Methode um das Verhältniss der Poldistanz eines Magnets zur Länge desselben zu bestimmen und zwar bei Verhältnissen, die den Beobachtungen der Intensität angepasst sind. Seite 119 haben wir darauf hingewiesen, dass die Börgensche Methode darunter leidet, dass die Glieder mit r_2 nicht ausfallen; hier sind die Grössen r_1 und r_2 so vertheilt, dass eine bessere Scheidung möglich ist. In der vorliegenden Abhandlung kann ich jedoch auf diese Frage nicht näher eingehen, zumal in nächster Zeit meine diesbezüglichen Untersuchungen zur Veröffentlichung gelangen werden. Hier will ich nur noch über die Elimination der höheren Glieder einige Worte hinzufügen und mich dabei auf die Lamont'schen Hauptlagen beschränken.

Die Formel für die zweite Hauptlage von Lamont hat nur positive Glieder und in Folge dessen kann von Ausschluss der höheren Glieder durch Auswahl der Dimensionen der Magnete keine Rede sein. Man muss sich auf eine möglichst schnelle Convergenz der unendlichen Reihe einrichten und zu dem Zweck muss die Entfernung der Magnete möglichst gross gewählt werden. In zweiter Linie kommt die Länge des ablenkenden Magnets in Betracht, da sie in E enthalten ist; man muss also sehr kleine abzulenkende und sehr lange ablenkende Magnete wählen und diese bei äusserster Entfernung beobachten. Wie wenig die längeren Magnete die Zahl E vergrössern, wollen wir an einem Zahlenbeispiel zeigen. Es ist

$$E^2 = e^2 - r_1^2 - r_2^2$$

und setzen wir $e = 300$, $r_1 = r_2 = 20$, so findet man $E = 302$. Vergrössert man beide Magnete auf das Doppelte, also $r_1 = r_2 = 40$, so wächst E nur auf 305. Im ersteren Fall betrug $v = 0{,}99$ im letzteren 0,98. Man sieht, dass durch Vergrösserung des ablenkenden Magnets nicht sehr viel zu erreichen ist.

Das Gesagte gilt ebenfalls für die erste Hauptlage von Lamont, denn auch für diese sind sämtliche Glieder der Reihe positiv, doch enthalten sie noch eine Differenz

$$(2\,m + 1)\,v^2 - m,$$

die man auf Null bringen kann. Beachten wir die Bedeutung von v, so findet man für diesen Ausdruck den nachstehenden, wo m eine ungrade ganze Zahl ist:

$$(m + 1)\,e^2 - m\,(r_1{}^2 + r_2{}^2).$$

Mit Hülfe dieser Relation kann man jedes Glied der Reihe, aber auch nur eins, auf Null bringen, während gleichzeitig die auf beiden Seiten zunächst liegenden auch sehr klein werden. Dazu sind aber sehr lange Magnete nöthig und wählt man sie mit gleicher Poldistanz, also $r_1 = r_2$, so hat man für den Werth Null die Formel

$$r = e\sqrt{\frac{m+1}{2\,m}}$$

und diese ergiebt für das erste Glied $r = e$, für die nächstfolgenden $r = 0{,}8\,e$ und selbst das ∞-te Glied erreicht nur $r = 0{,}7\,e$, also die Magnetlängen würden $1^1/_2$ Mal grösser sein, als die Entfernungen der Centra.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass eine Auswahl der Dimensionen der Magnete die höheren Glieder für practische Zwecke nicht zu Null machen kann. Wenn es mit den Formeln (24), Seite 106 und (25) Seite 108, erzwungen wird, so liegt es nicht in der Natur der Sache, sondern in der Art der Berechnung, denn die Formeln sind dieselben, nur in verschiedener Schreibweise. Die Formeln (24) und (25) begnügen sich scheinbar mit angenäherter Kenntniss der Poldistanzen, die vorstehenden aber verlangen die Kenntniss von r_1 und r_2 mit derselben Schärfe, welche von e ver-

langt wird. Für $dH = 0{,}00001$ mg. mm. sec. haben wir als zu duldenden Fehler

$$de = \pm \frac{e}{3} \cdot 0.00001$$

und bei einer Entfernung von 300 mm, wie sie in Theodolithen vorkommt, haben wir

$$de = \pm 0.001 \text{ mm.}$$

Wir müssen also die Poldistanz mit einer Genauigkeit von einem Tausendstel Millimeter ermitteln. Da wir diesen Anforderungen bei unserer mangelhaften Kenntnis des Verhältnisses der Poldistanz zur Magnetlänge nicht genügen können, habe ich die Ableitung dieser Formeln anhangsweise mitgetheilt.

Auf dem hier eingeschlagenen Wege lassen sich, mit demselben Erfolge, die Formeln für hohlcylindrische Magnete ableiten, nur findet man dann für E den Werth

$$E^2 = e^2 + r_1^2 + r_2^2 + \rho_1^2 + \rho_2^2,$$

wo r und ρ die oben angegebene Bedeutung haben.

Schlussbemerkung.

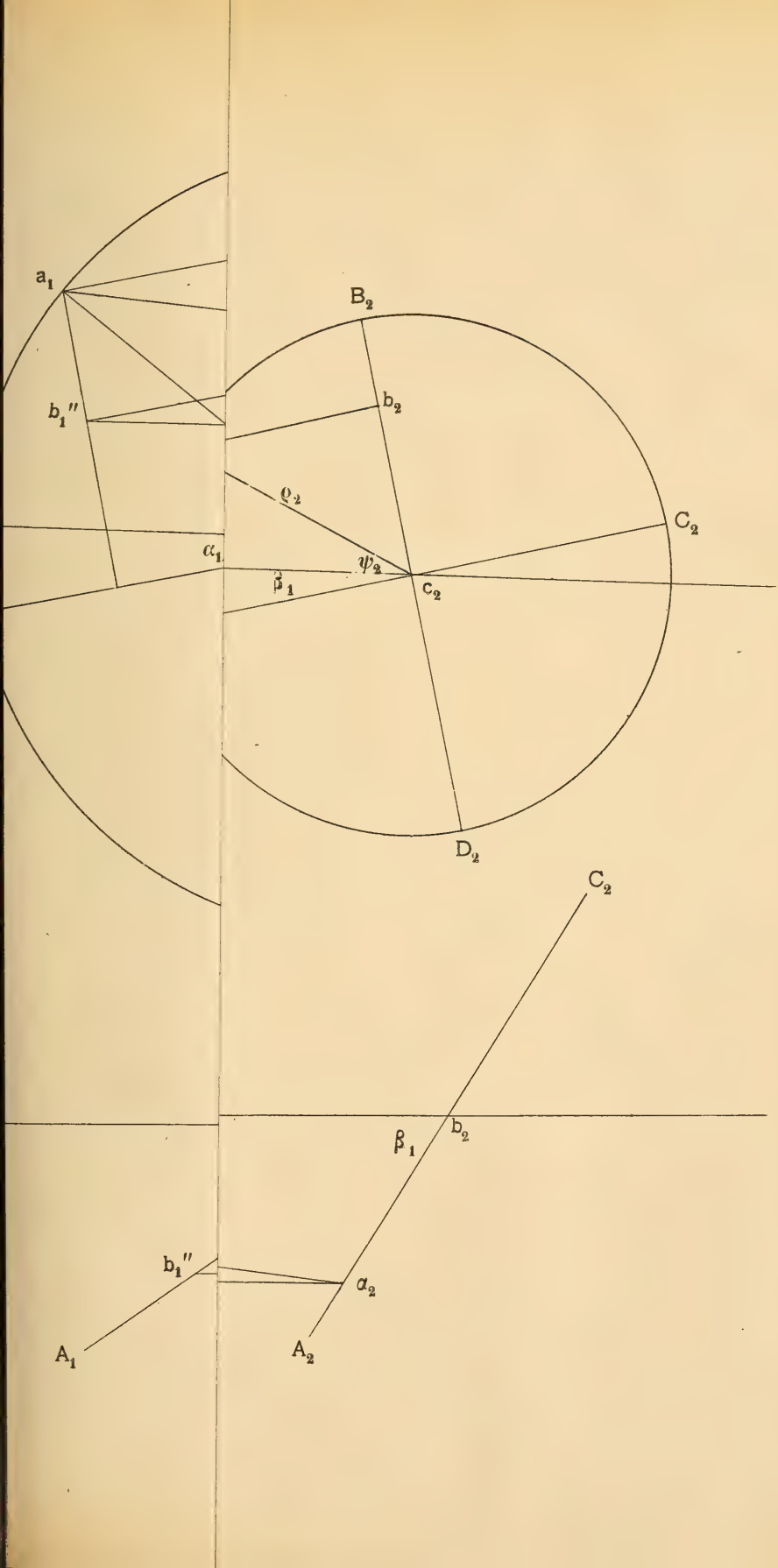
Die grossen 0.00638 mg.$^{1/2}$ mm.$^{-1/2}$ sec.$^{-1}$ erreichenden Unterschiede in den absoluten Bestimmungen der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus nach verschiedenen Methoden und bei Benutzung verschiedener Instrumente bei einer geforderten Genauigkeit von $\pm$ 0.00001 mg.$^{1/2}$ mm.$^{-1/2}$ sec.$^{-1}$ sind zum grössten Theil den Mängeln der Ablenkungs-Beobachtungen zuzuschreiben und daher ist eine eingehende Untersuchung der Letzteren eine dringende Frage. Es handelt sich hier hauptsächlich um die höheren Glieder der Ablenkungsformel und Untersuchung der Voraussetzungen in den Hauptlagen von Gauss und Lamont. Im ersten Theil der vorliegenden Abhandlung wurden Magnete mit Polpuncten behandelt und im zweiten Theil hohlcylindrische Magnete, bei denen die Polpuncte durch Polkreise ersetzt wurden. Ein weiterer Schritt bestände in der Behandlung von Magneten. die aus zwei Hohlkegeln, mit den Spitzen in der Mitte, bestehen, doch für solche bedarf es der experimentellen Untersuchungen, zu denen ich noch keine Gelegenheit gehabt habe.

Die Formeln wurden ohne Kugelfunctionen abgeleitet, weil das von mir eingeschlagene Verfahren mir am einfachsten erschien. Um die Formeln nicht unnütz zu belasten, wurden sie ohne Correctionen wegen der Temperatur, Faden-Torsion, Induction und der Variation der Declination und Intensität angeschrieben, da man diese Correctionen nach den üblichen Formeln ohne Weiteres berechnen kann.

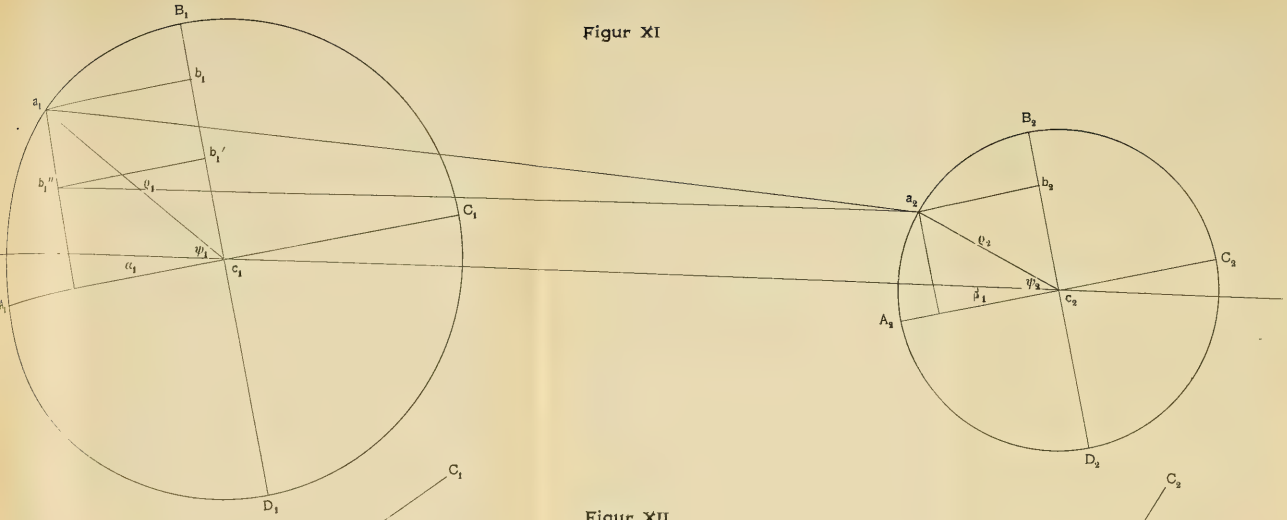
Die Hauptformel (16), Seite 97 und 98, habe ich bis zum vierten Gliede voll ausgeschrichen und ebenso die aus derselben abgeleiteten Formeln für die vier Hauptlagen von Gauss und Lamont (Seite 101 bis 108). Dann wurden noch 4 specielle Fälle von unabgelenkter Gleichgewichtslage behandelt, welche practische Bedeutung haben; nebenbei wurde (Seite 118—120) gezeigt, dass die aus denselben abgeleitete Prof. Börgen'schen Methode der Bestimmung des Verhältnisses der Poldistanz zur Länge des Magnets nicht genau genug ist. Auch die Formel $2 \operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi_2$, welche aus der unabgelenkten Gleichgewichtslage abgeleitet und neuerdings als Beweis dafür, dass die doppelte Tangente der geographischen Breite gleich sei der Tangente der erdmagnetischen Inclination, benutzt worden ist, erwies sich nur als erste rohe Annäherung (Seite 121—124).

Die Formeln für die Hauptlagen von Gauss und Lamont, die übrigens fast überall Druck- und Rechnenfehler enthalten (Seite 109 bis 111), werden im Allgemeinen als absolut richtige behandelt, ohne dass man auf den Einfluss der nicht erfüllten Voraussetzungen eingeht, öfters in der Annahme, dass durch Umkehrung des ablenkenden Magnets und durch Ablenkungen nach beiden Seiten und auf beiden Seiten diese Fehlerquellen unschädlich gemacht werden. Eine Kritik der Voraussetzungen (Seite 124 u. ff.) zeigte, dass eine solche Annahme unrichtig ist, denn schon 9″ Justirungsfehler geben in den Gauss'schen Hauptlagen einen Fehler der Horizontal-Intensität, der an der Grenze des Zulässigen steht und dieser Fehler kann durch Umlegen und Umkehren des ablenkenden Magnets weder bestimmt, noch eliminirt werden (Seite 135). Gleichzeitig zeigte es sich, dass die Lamont'schen Hauptlagen dieselben Fehler in einem 70-fachen Werth vertragen können (Seite 142). Eine weitere Fehlerquelle zeigte sich darin, dass die Drehungsaxe des abgelenkten Magnets nicht mit dem Centrum desselben zusammenfällt und die Entfernung dieser beiden darf nicht 0.01 mm. übersteigen (Seite 161), soll die

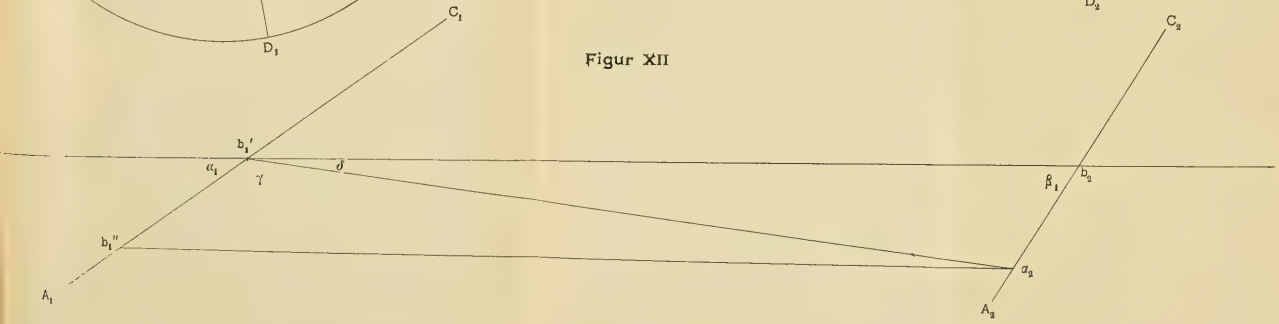
geforderte Sicherheit der Horizontal-Intensität verbürgt werden. Ist diese Entfernung grösser, so müssen neue Glieder in der Ablenkungsformel berücksichtigt werden, denn mit dieser Fehlerquelle treten alle ungraden Potenzen der Entfernung auf (Seite 159). Die Bestimmung der höheren Glieder durch Ablenkungen ist, streng genommen, nicht genau, da man nicht *ein* Glied zu bestimmen hat, sondern Glieder der ganzen Reihe. Wenn man aber die benachbarten Glieder durch Auswahl der Dimensionen auf Null gebracht hat, so ist die Ermittelung eines Coefficienten nur bei den Lamont'schen Hauptlagen zulässig, während die Gauss'schen Hauptlagen eine solche Bestimmung deshalb nicht gestatten, weil in den Coefficienten der Ablenkungswinkel enthalten ist und der sich mit dem magnetischen Moment ändert. Für diese zwei Entfernungen wird vielfach das Verhältniss 1 : 1.32 als Voraussetzung dargestellt, doch haben wir Seite 149 bis 152 gesehen, dass diese Zahl keinen Vorzug verdient. — Anhangsweise wurden Formeln mitgetheilt, die viel kürzer und durchsichtiger sind, als die allgemein gebräuchlichen. Ich trage nur Bedenken sie zu empfehlen, weil sie eine genaue Kenntniss des Verhältnisses der Poldistanz zur Magnetlänge voraussetzen und hierin liegt der grösste Mangel unserer geomagnetischen Intensitäts-Bestimmungen. Wir haben Seite 140 gesehen, dass dieses Verhältniss etwa Tausend Mal genauer bekannt sein muss, als es gegenwärtig ist und unsere „absoluten" Bestimmungen sind solange nicht absolut, bis wir dieses Verhältniss nicht genau ermitteln. Nach meiner Ansicht ist die Ermittelung dieses Coefficienten die wichtigste Aufgabe der absoluten Messungen. Die Annahme, dass durch Ablenkungen in zwei Entfernungen und durch Auswahl der Dimensionen der Magnete diese Fehlerquelle ganz umgangen wird, ist irrig, ganz wie die Annahme, man könne physische Magnete durch mathematische mit Polpuncten ersetzen. Diese Annahme ist eine *erste* Annäherung; die zweite ist die Vertheilung der Polpuncte in einer Ebene, die bei Hohlmagneten auf eine geschlossene Linie reducirt werden kann. Schliesslich wird man doch auf eine Vertheilung des Magnetismus im Raume eingehen müssen und den Magneten eine Form geben, der man theoretisch am leichtesten beikommen kann. Vor der Hand müssen wir die Fehlerquellen ermitteln, um ihren Einfluss entweder zu beseitigen oder wenigstens auf ein Minimum zu reduciren.

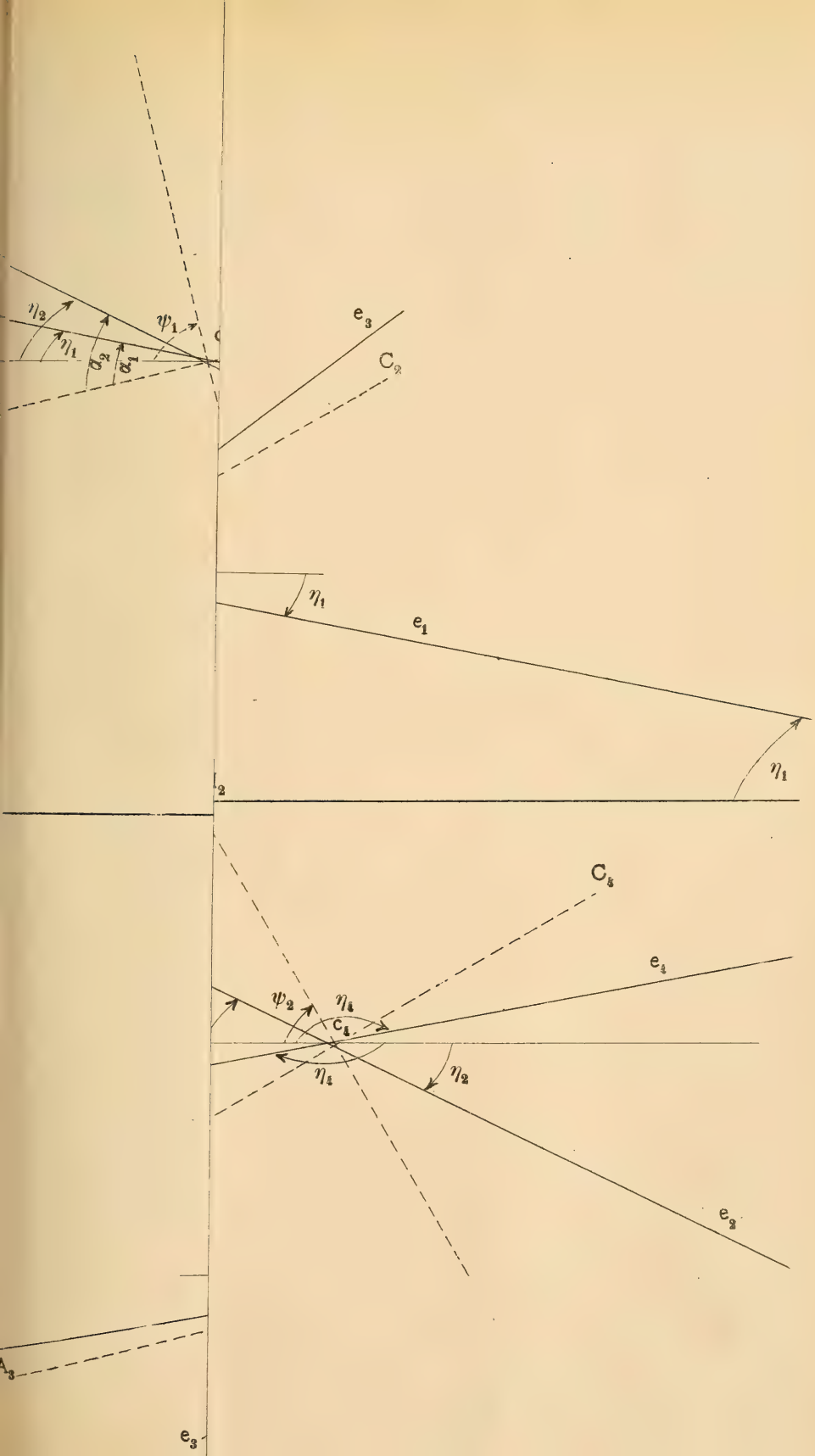

a1
B2
b1''
b2
ϱ2
C2
α1
ψ2
β1
c2
D2
C2
b2
β1
b1''
α2
A1
A2

Figur XI

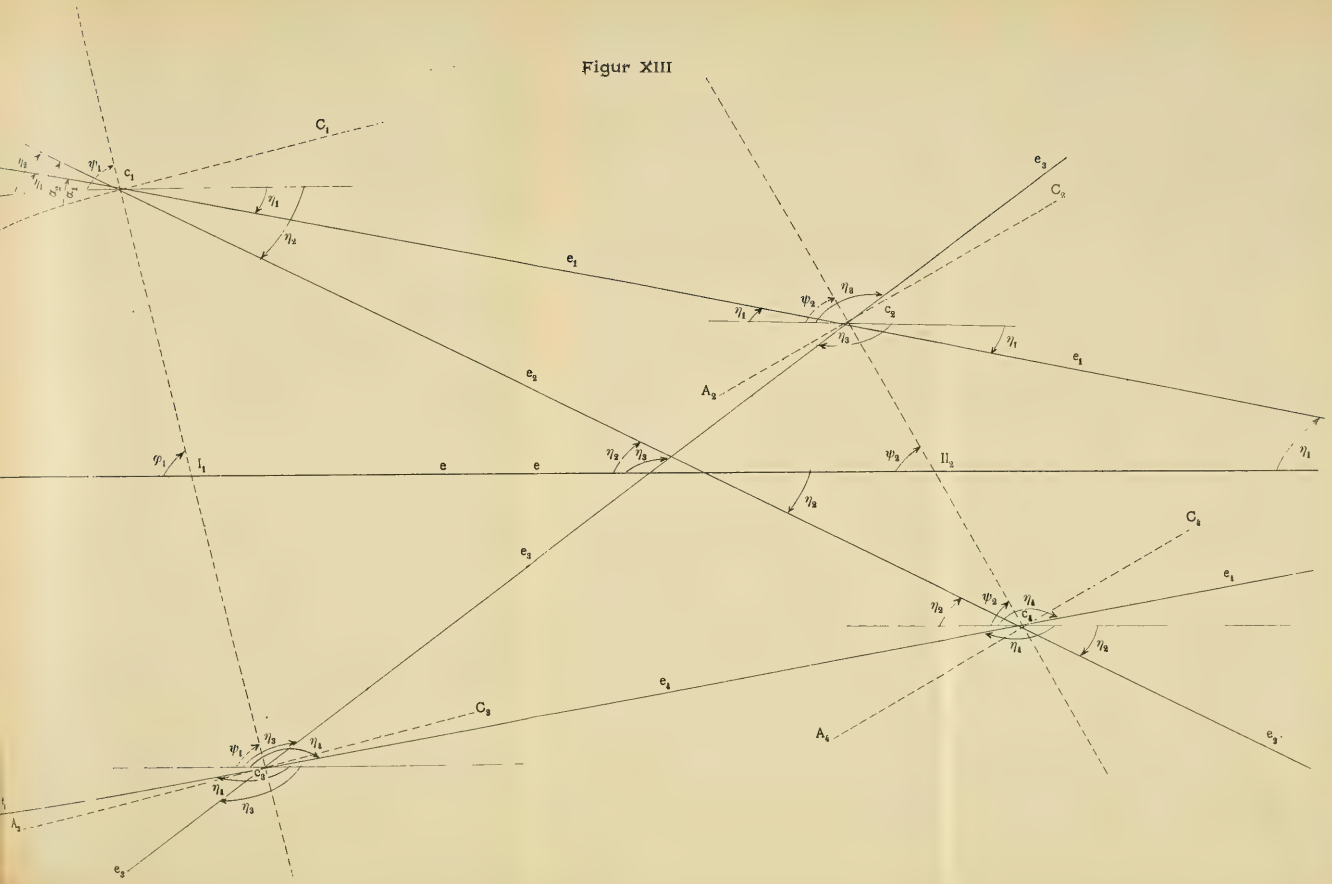


Figur XII




η_2
η_1
ψ_1
α_2
α_1
e_3
C_2
η_1
e_1
η_1
C_4
e_4
ψ_2
η_4
c_4
η_4
η_2
e_2
e_3

Figur XIII



Объ адсорпціи газовъ углемъ.

А. А. Титова.

I.

Вопросъ о поглощеніи газовъ твердыми тѣлами послужилъ уже темой для цѣлаго ряда работъ. По подробному перечню, сдѣланному Müllfarth'омъ [1]), до 1900 года появилось почти 80 изслѣдованій этого рода. Мы не можемъ подробно останавливаться на исторіи даннаго вопроса, тѣмъ болѣе, что содержаніе важнѣйшихъ работъ изложено въ учебникѣ общей химіи Оствальда [2]).

Впервые явленіе это было описано Scheele [3]) и Fontana [4]) въ 1777 году. Раскаленный уголь, быстро охлажденный погруженіемъ его въ ртуть, способенъ поглощать значительное количество газа.

Th. Saussure [5]) въ 1814 году сдѣлалъ первыя измѣренія поглощенія газовъ. Онъ опредѣлилъ количества цѣлаго ряда газовъ, поглощенныя различными твердыми тѣлами при одинаковыхъ условіяхъ давленія и температуры. Несмотря на несовершенство примѣненной имъ методы, ему удалось установить довольно много правилъ, которыя были подтверждены послѣдующими изслѣдователями. Онъ указалъ, что поглотителями являются лишь пористыя

---

[1]) Ann. d. Phys. **3**, 328 (1900).

[2]) W. Ostwald. Lehrbuch der allgemeinen Chemie. Band II, T. 3, **2**, S. 217—235.

[3]) Scheele. Abhandlung von der Luft und dem Feuer § 96 (1777).

[4]) Fontana. Memorie di mat. e fis. della soc. ital. **1**, 697 (1777).

[5]) Gilberts Annalen der Physik. **47**, 2, 113 (1814).

тѣла, при чемъ поры должны быть достаточно малы; что, чѣмъ легче газъ сгущаемъ, тѣмъ болѣе его поглощается пористымъ тѣломъ; что, если расположить газы по степени ихъ поглощенія разными тѣлами, то газы расположатся въ одномъ и томъ же порядкѣ, но какой-либо количественной закономѣрности установить нельзя.

Saussure указалъ, что объемы газа, поглощенные твердымъ тѣломъ при разныхъ давленіяхъ, не равны другъ другу, слѣдовательно, что къ поглощенію газовъ твердыми тѣлами не примѣнимъ законъ Henry.

Онъ также замѣтилъ, что поглощеніе газовъ связано съ выдѣленіемъ тепла.

Послѣ пятидесятилѣтняго забвенія вопросъ былъ поднятъ въ 60-хъ годахъ Smith'омъ и Hunter'омъ, и съ тѣхъ поръ эта тема не сходила со страницъ химическихъ и физическихъ журналовъ. Но, несмотря на всю массу имѣющагося матеріала, мы не въ состояніи использовать его для обобщающихъ теоретическихъ выводовъ. Затрудненіе происходитъ оттого, что большинство тѣлъ, замѣтно адсорбирующихъ газы, не является химическими индивидуумами, и, благодаря этому, цифры, получаемыя однимъ изслѣдователемъ, работавшимъ съ однимъ матеріаломъ, не могутъ быть сравниваемы съ цифрами другого, употреблявшаго нѣсколько иной матеріалъ. Различные сорта угля, напримѣръ, показываютъ значительную разницу въ количествѣ поглощаемыхъ ими газовъ. Очень часто также авторы не указываютъ, съ какою точностью были произведены измѣренія. Наконецъ, во многихъ работахъ измѣренія производились въ не совсѣмъ опредѣленныхъ условіяхъ, что лишаетъ ихъ всякой цѣнности въ смыслѣ количественнаго опредѣленія явленія.

Но изъ всѣхъ произведенныхъ работъ выяснилось съ достаточной очевидностью, что въ явленіи поглощенія газовъ твердыми тѣлами мы имѣемъ случай равновѣсія между фазами перемѣннаго состава. Это явленіе аналогично, слѣдовательно, растворенію газовъ въ жидкостяхъ. Какъ тамъ, такъ и здѣсь по истеченіи нѣкотораго времени наступаетъ равновѣсіе между отдѣльными фазами. Отсюда исключаются, конечно, тѣ случаи, когда газъ химически дѣйствуетъ на твердое тѣло, какъ, напримѣръ, при поглощеніи кислорода углемъ. Въ этихъ случаяхъ медленная реакція идетъ

постоянно, даже годами и кончается лишь при полномъ исчезновеніи кислорода. Но въ тѣхъ случаяхъ, когда химическая реакція невозможна, равновѣсіе наступаетъ довольно быстро, почти всегда послѣ немногихъ часовъ.

Поэтому наиболѣе цѣлесообразнымъ способомъ изслѣдованія является опредѣленіе случаевъ равновѣсія при постоянствѣ всѣхъ входящихъ величинъ за исключеніемъ одной. Такъ, можно при одномъ и томъ же количествѣ поглощающаго тѣла и при постоянной температурѣ мѣнять давленіе, опредѣляя при этомъ количество поглощеннаго газа. Рядъ такихъ измѣреній дастъ изотерму. Можно оставлять постояннымъ давленіе газа и опредѣлять количество газа, поглощенное при разныхъ температурахъ (изобары). Наконецъ, можно опредѣлять давленіе, которое соотвѣтствуетъ одному и тому же поглощенному количеству газа при разныхъ температурахъ (изостеры).

Большинство изслѣдователей опредѣляло тотъ или другой родъ кривыхъ.

Но измѣренія Hunter'a [1]), Joulin'a [2]) и Kayser'a [3]), несмотря на сравнительное богатство обработаннаго ими матеріала, слишкомъ неточны, чтобы ими пользоваться.

Наиболѣе точными являются измѣренія Chappuis [4]), который опредѣлилъ изотерму поглощенія углекислоты углемъ бересклетоваго дерева при 0^0 при давленіи отъ 0.113 cm. до 76.34 cm., а также изостеру отъ 0^0 до 50.65^0. Къ сожалѣнію, этихъ измѣреній слишкомъ недостаточно для опредѣленія закономѣрностей поглощенія.

Болѣе обширный матеріалъ даетъ работа Travers'a [5]), который измѣрялъ поглощеніе углекислоты въ предѣлахъ отъ -78.2^0 до 100^0 при различныхъ давленіяхъ. Но при каждой температурѣ онъ измѣрялъ лишь три разныхъ давленія, такъ что при незначительномъ количествѣ угля, которое онъ бралъ для опыта, ста-

---

[1]) Phil. Mag. (4), **25**, 364 (1863); ib. (4) **29**, 116 (1825).—Journ. Chem. Soc. 1865, 285; ib. 1867, 160; ib. 1868, 186; ib. 1870, 73; ib. 1871, 76; ib. 1872, 649.

[2]) Ann. chim. phys. (5) **22**, 397 (1881).

[3]) Wied. Ann. **12**, 526 (1881).

[4]) Wied. Ann. **12**, 160 (1881).

[5]) Proc. Royal Soc. London. **78**, 9 (1907).

новились неизбѣжными ошибки, рѣзко искажавшія ходъ кривыхъ поглощенія.

Онъ изслѣдовалъ также поглощеніе водорода, но, къ сожалѣнію, лишь при одной температурѣ —190°. Поэтому выведенныя имъ эмпирическія формулы хотя и даютъ нѣкоторое подобіе постоянныхъ, но оказываются совершенно непримѣнимыми для другихъ случаевъ.

Появившаяся недавно работа Geddes'a [1]) объ адсорпціи углекислоты углемъ является повтореніемъ части работъ Travers'a и Chappuis и, не внося ничего новаго, показываетъ лишь, что авторъ совершенно не знакомъ съ литературой.

Другимъ важнымъ вопросомъ, касающимся адсорпціи газовъ твердыми тѣлами, является тепловой эффектъ или теплота адсорпціи. Здѣсь мы имѣемъ опять-таки работу Chappuis [2]), который измѣрилъ теплоту адсорпціи углекислоты, амміака, сѣрнистаго газа и хлористаго метила углемъ и пемзой. Онъ показалъ, что теплота адсорпціи превосходитъ теплоту сжиженія даннаго газа, а также, что теплота адсорпціи первыхъ порцій газа больше, чѣмъ послѣдующихъ.

Работа Dewar'a [3]), касающаяся теплотъ адсорпціи водорода, азота, кислорода, аргона, гелія и углекислоты углемъ кокосоваго орѣха, даетъ только приблизительную величину этихъ теплотъ при —185°. Эти величины не могутъ быть употребляемы для вычисленій, такъ какъ являются интегральными величинами на всю область давленій отъ долей миллиметра ртутнаго столба до 1 атмосферы.

Въ появившейся въ 1909 г. книгѣ „Kapillarchemie" Freundlich [4]) дѣлаетъ попытку на основаніи имѣющагося матеріала вывести нѣкоторыя общія формулы для зависимости величинъ адсорпціи газовъ отъ давленія и температуры. Разсматривая это явленіе, какъ сгущеніе газа на поверхности твердаго тѣла, онъ примѣняетъ ту же формулу, какъ и для поглощенія твердыми тѣлами различныхъ веществъ изъ растворовъ, и получаетъ довольно удовлетво-

[1]) Drude's Ann. d. Phys. **29**, 797 (1909).
[2]) Wiedem. Ann. d. Phys. **19**, 21 (1883).
[3]) Ann. de chim. et de phys. (8), **3**, 5 (1904).
[4]) Freundlich, Kapillarchemie. Leipzig, 1909.

рительные результаты. Наконецъ, онъ пробуетъ связать теплоту адсорпціи съ температурнымъ коэффиціентомъ адсорпціи, но тутъ онъ принужденъ пользоваться матеріаломъ изъ разныхъ источниковъ, брать данныя для теплоты адсорпціи у Chappuis для бересклетоваго угля, а температурный коэффиціентъ вычислять изъ работъ Travers'a для угля кокосоваго орѣха. Поэтому, хотя полученный имъ результатъ и совпадаетъ съ данными опыта, но является масса возраженій противъ допустимости такихъ вычисленій.

Намъ казалось поэтому не лишнимъ заполнить существующій пробѣлъ и опредѣлить для одного и того же вещества величины адсорпціи, ихъ зависимость отъ температуры, а также теплоты поглощенія.

Нами были при строго опредѣленныхъ условіяхъ измѣрены изотермы адсорпціи различныхъ газовъ углемъ при разныхъ температурахъ въ предѣлахъ отъ 150° до —80°.

Затѣмъ были опредѣлены теплоты адсорпціи, и, кромѣ того, попутно измѣрялась скорость адсорпціи.

Всѣ измѣренія были сдѣланы съ однимъ и тѣмъ же веществомъ. Были поставлены особые контрольные опыты, которые дали весьма удовлетворительное совпаденіе отдѣльныхъ измѣреній между собой. Слѣдовательно, мы въ правѣ сопоставлять цифры, полученныя нами изъ различныхъ опытовъ.

Въ послѣдующихъ главахъ мы дадимъ описаніе примѣненныхъ приборовъ и методы изслѣдованія. Затѣмъ послѣдуютъ результаты измѣреній, расположенные по отдѣльнымъ газамъ. Чтобы не затруднять чтенія, числовыя данныя, полученныя изъ опытовъ въ формѣ протоколовъ, а также вычисленія, произведенныя надъ ними, приложены въ видѣ таблицъ въ концѣ работы, а въ текстѣ приведены только краткія извлеченія изъ таблицъ.

Общіе выводы, касающіеся объясненія явленій адсорпціи, приведены лишь въ концѣ. При такомъ порядкѣ изложенія мы отдѣляемъ точно установленный опытный матеріалъ отъ теоретическихъ построеній, въ которыхъ всегда имѣется нѣкоторая доля гипотезы и которыя подъ вліяніемъ новыхъ изслѣдованій легко могутъ быть замѣнены другими, болѣе удовлетворительными объясненіями.

II.

Описаніе прибора.

Аппаратъ, въ которомъ производились измѣренія, изображенъ на рис. 1.

Онъ состоитъ изъ стекляннаго баллона G, изъ газовой бюретки B и самого реакціоннаго сосуда V. Весь аппаратъ укрѣпленъ на большомъ, стоящемъ на полу, деревянномъ штативѣ, который можетъ быть передвигаемъ. Стеклянный баллонъ G, служащій газометромъ, представляетъ собою толстую склянку, вмѣстимостью въ 2 литра, которая посредствомъ притертой пробки со впаянной въ нее стеклянной спиралью, сообщается съ трехходовымъ краномъ H_1, ведущимъ въ газовую бюретку. Кранъ h_3 служитъ для наполненія газомъ склянки G. Кранъ h_4, соединенный съ трубкой, впаянной въ пробку и оканчивающейся на днѣ склянки, служитъ для откачиванія воздуха посредствомъ водоструйнаго насоса, а также для введенія въ сосудъ G ртути. Для освобожденія газа, поступающаго въ газовую бюретку, отъ послѣднихъ слѣдовъ влаги между спиралью и краномъ H_1 былъ впаянъ сосудъ T_2, содержащій фосфорный ангидридъ.

Газовая бюретка B состоитъ изъ строго цилиндрической трубки r_2 и изъ бюретки r_3, представляющей собою трубку внутренняго діаметра около 15 mm. съ тремя перехватами, дѣлящими ее на четыре части вмѣстимостью каждая въ 25 ccm. Въ этихъ съуженіяхъ нанесены дѣленія, такъ что объемъ каждой изъ четырехъ пипетокъ можетъ быть измѣренъ отдѣльно. Обѣ трубки соединяются вверху въ одну трубку, которая ведетъ къ трехходовому крану H_1. Посредствомъ этого крана можно соединять бюретку B либо съ газометромъ G, либо съ реакціоннымъ сосудомъ V. Внизу каждая изъ трубокъ r_2 и r_3 запиралась отдѣльнымъ краномъ, еще ниже посредствомъ тройника обѣ трубки были соединены съ открытымъ манометромъ. Манометрическая трубка r_1 была такого же діаметра, какъ r_2, и помѣщалась рядомъ съ нею. Сзади обѣихъ трубокъ r_1 и r_2 находилась стеклянная высеребренная скала, длиною въ 800 mm., дѣленная на миллиметры. Вся бюретка вмѣстѣ съ манометромъ и скалой помѣщалась въ широкой стеклянной цилиндри-

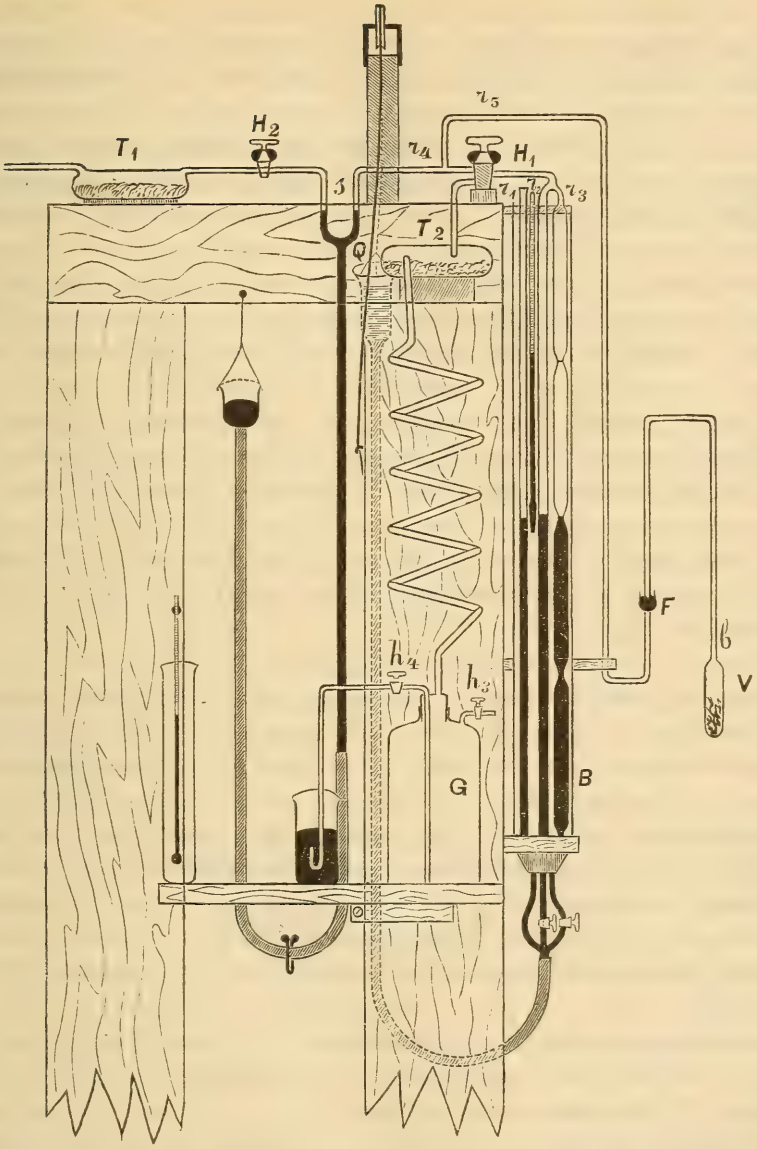


Рис. 1.

ческой трубкѣ, наполненной водой, предохраняющей отъ слишкомъ рѣзкихъ колебаній температуры.

Для размѣшиванія воды въ этомъ цилиндрѣ была пропущена до дна стеклянная трубка, черезъ которую продувался воздухъ. Кромѣ того, въ цилиндрѣ находился термометръ и температура отсчитывалась съ точностью до 0.1^0 передъ каждымъ измѣреніемъ.

Сосудъ для ртути Q, сообщавшійся посредствомъ толстостѣннаго каучука съ бюреткой, помѣщался позади штатива и могъ быть поднимаемъ на шнуркѣ, перекинутомъ черезъ блокъ, и устанавливаемъ на любой высотѣ. Особый рычажокъ съ винтомъ давалъ возможность дѣлать очень точную установку уровня. Трубка r_2 была вмѣстимостью нѣсколько болѣе 25 ccm., а каждый миллиметръ высоты ея соотвѣтствовалъ 0.035 ccm. Вся бюретка была точно прокалибрирована взвѣшиваніемъ ртути. Такъ какъ отсчитывались десятыя доли миллиметра и наибольшая погрѣшность отсчета равнялась 0.2 mm., то ошибка при измѣреніи объема газа не могла превышать 0.007 ccm. При такомъ устройствѣ бюретки возможно было брать изъ газометра любое количество газа, начиная отъ долей 1 ccm. и до 125 ccm. Передъ каждой серіей опытовъ бюретка устанавливалась строго вертикально при помощи отвѣса.

Трубка, ведущая отъ крана H_1, раздваивалась и одно отвѣтвленіе—r_4 вело къ насосу, другое—r_5—къ реакціонному сосуду.

Такъ какъ уголь для опытовъ долженъ былъ по возможности полно освобождаться отъ газа, то всѣ части прибора были по возможности спаяны между собою. Но на пути отъ трубки r_3 къ реакціонному сосуду V необходимо было помѣстить ртутный шлифъ F, такъ какъ реакціонный сосудъ былъ сдѣланъ изъ іенскаго стекла, не спаивающагося съ обыкновеннымъ, въ виду большей устойчивости этого стекла при нагрѣваніи. Этотъ шлифъ давалъ также возможность нѣсколько сдвигать сосудъ, не двигая всего штатива.

Для предохраненія отъ проникновенія слѣдовъ воздуха черезъ кранъ H_2, ведущій къ насосу, передъ нимъ былъ включенъ ртутный запоръ S, какъ видно изъ рисунка.

Реакціонный сосудъ V былъ грушевидной формы и вмѣщалъ при первыхъ опытахъ около 150 ccm., при послѣдующихъ 25 ccm. Для введенія въ него угля онъ разрѣзался около b и потомъ опять спаивался. Объемъ сосуда и соединительныхъ трубокъ опредѣлялся посредствомъ измѣренія давленія одного и того же количества

воздуха при 3—4 разныхъ объемахъ. Объемъ опредѣлялся съ точностью до 0.01 ccm. Кромѣ того, объемъ сосуда опредѣлялся взвѣшиваніемъ его съ водой или ртутью. Нашъ аппаратъ былъ значительно бо́льшихъ размѣровъ, чѣмъ у другихъ изслѣдователей послѣдняго времени, напр., Travers'a и Mc. Bain'a, которые работали всего съ 1—2 *g* угля. Благодаря бо́льшимъ количествамъ угля уменьшалась ошибка, происходящая отъ неравенства кусочковъ угля, а также значительно уменьшались всѣ ошибки при отсчетѣ объемовъ газа. Единственнымъ неудобствомъ является лишь то, что выкачиваніе газа изъ угля передъ опытомъ занимаетъ очень долгое время.

Для откачиванія воздуха мы пользовались ртутнымъ насосомъ проф. Kahlbaum'a[1]), измѣненнымъ по указаніямъ проф. П. Н. Лебедева. Всѣ шлифы, кромѣ одного, находящагося въ трубкѣ паденія ртути, уничтожены и замѣнены спаями. Резиновая трубка, ведущая къ ловушкамъ для воздуха, замѣнена припаянной къ нимъ стеклянной трубкой длиной въ 700 mm., чтобъ предохранить отъ проникновенія воздуха извнѣ. Передъ краномъ, ведущимъ отъ откачиваемаго резервуара непосредственно къ водоструйному насосу, помѣщенъ ртутный запоръ. Насосъ съ этими улучшеніями работалъ превосходно и въ теченіе $^1/_4$ до $^1/_2$ часа откачивалъ реакціонный сосудъ и соединительныя трубки до 0.001 mm. Когда въ сосудъ помѣщался уголь, то откачиваніе 20 *g*. продолжалось отъ 3 до 5 часовъ. При работѣ съ этимъ насосомъ весьма важно слѣдить за тѣмъ, чтобъ прилеганіе ртути къ трубкѣ паденія происходило внутри стального цилиндрика. Если не соблюдать этого правила, то послѣ 10—12 часовъ работы трубка непремѣнно даетъ трещину.

Всѣ шлифы и краны смазывались исключительно смазкой отъ Leybold Nachf. (Vacuumschmiere).

Ртуть, служившая для запоровъ и для насоса, была предварительно очищена перегонкой. Для нагрѣванія угля во время откачиванія изъ него газа служилъ сосудъ, изображенный на рис. 2. Онъ состоитъ изъ желѣзнаго цилиндра съ двойнымъ дномъ, внутри выложеннаго асбестомъ, который окруженъ другимъ болѣе длиннымъ желѣзнымъ цилиндромъ съ прорѣзами въ верхней ча-

---

[1]) Описаніе см. Wiedem. Ann. d. Phys. **53**, 199 (1894). Насосы изготовляются фирмой Carl Kramer въ Freiburg i/B.

сти. Поверхъ этого надѣвается еще болѣе широкій и длинный металлическій колпакъ, обмазанный асбестовой массой въ 15 mm. толщиной. Этотъ нагрѣватель подводился снизу подъ реакціонный сосудъ, и затѣмъ верхнее отверстіе плотно закрывалось пробкой изъ асбестовой массы, разрѣзанной на двѣ половинки. Большая Бунзеновская горѣлка зажигалась подъ нагрѣвателемъ, и температура внутри сосуда довольно быстро поднималась до 400°—450°.

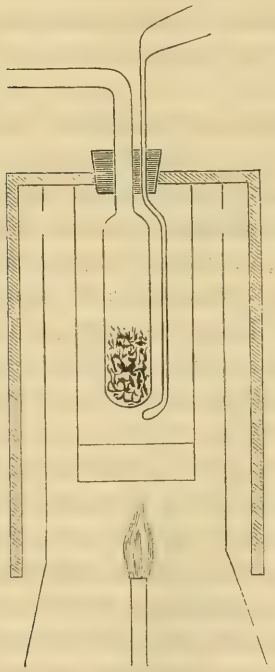


Рис. 2.

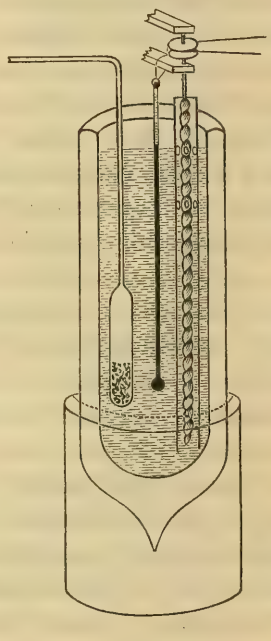


Рис. 3.

Регулируя притокъ газа, можно было часами поддерживать постоянную температуру, колебанія которой не превышали 5°. Для измѣренія температуры сквозь пробку были пропущены проволоки термоэлемента изъ платины и иридистой платины.

Когда откачиваніе газа заканчивалось, нагрѣватель опять удалялся и на его мѣсто помѣщался термостатъ, соотвѣтствующій температурѣ даннаго опыта.

Опыты производились при 151.5°, 80°, 30°, 0°, —23.5° и —79°.

Для первыхъ трехъ температуръ служилъ термостатъ изъ параффиноваго масла. Нагрѣваніе производилось посредствомъ электрическаго тока, который пропускался черезъ никкелиновую проволоку, намотанную на стеклянную спираль. Быстро вращающійся стальной буравъ служилъ мѣшалкой. Включеніемъ разныхъ сопротивленій можно было регулировать температуру съ точностью до $\frac{1}{20}^0$ (при 150^0 нѣсколько меньшею). Чтобъ избѣжать значительныхъ перегрѣваній, въ цѣпь былъ включенъ автоматическій прерыватель тока (посредствомъ ртутнаго контакта и электромагнита) [1]). Но оказалось, что это приспособленіе не можетъ служить для точной установки температуры, такъ какъ измѣненія объема ртути въ регуляторѣ происходятъ слишкомъ медленно, благодаря чему получаются колебанія температуры, достигающія 0.2^0.

Въ опытахъ при 0^0 реакціонный сосудъ окружался чистымъ тающимъ снѣгомъ или же, когда опыты соединялись съ опредѣленіемъ теплоты адсорпціи, помѣщался во внутренній сосудъ ледяного калориметра (см. ниже).

Термостатомъ для низкихъ температуръ служилъ большой посеребренный Дюаровскій сосудъ (рис. 3), наполненный смѣсью твердой углекислоты и $95^0/_0$-го алкоголя, представляющей изъ себя кашеобразную массу. Размѣшиваніе производилось большимъ стальнымъ буравомъ [2]), вставленнымъ довольно плотно въ мѣдную трубку, открытую внизу и снабженную сверху боковыми отверстіями. При быстромъ вращеніи бурава смѣсь засасывалась въ трубку снизу и выливалась въ верхнія отверстія. Приблизительно черезъ каждые $^1/_2$ часа приходилось добавлять новыя порціи твердой углекислоты. Измѣренія температуры производились пентановымъ термометромъ. Для температуры—23.5^0 служилъ тотъ же термостатъ, но вмѣсто алкоголя бралась смѣсь $60^0/_0$ воды и $40^0/_0$ алкоголя ($95^0/_0$-го). Колебанія температуры не превышали 0.2^0. Для опредѣленія теплоты адсорпціи мы пользовались Бунзеновскимъ ледянымъ калориметромъ въ формѣ, измѣненной Schuller'омъ и Wartha [3]).

---

[1]) Ostwald-Luther. Phisiko-chemische Messungen. III Aufl., S. 115. (1910).

[2]) Сравн. Plotnikoff, Z. phys. Chem. **63**, 605 (1905).

[3]) Описаніе см. Лугининъ. Описаніе различн. метод. опред. теплотъ горѣнія органич. соедин. стр. 80. Калориметръ былъ намъ любезно предоставленъ А. Н. Щукаревымъ изъ термохимической лабораторіи В. Ф. Лугинина.

Внутренній сосудъ его былъ настолько великъ, что реакціонный сосудъ, вмѣщающій 25 ccm., могъ быть свободно въ него введенъ сверху. Первый сосудъ до $^2/_3$ наполнялся прокипяченной дистиллированной водой. Измѣненіе объема опредѣлялось посредствомъ

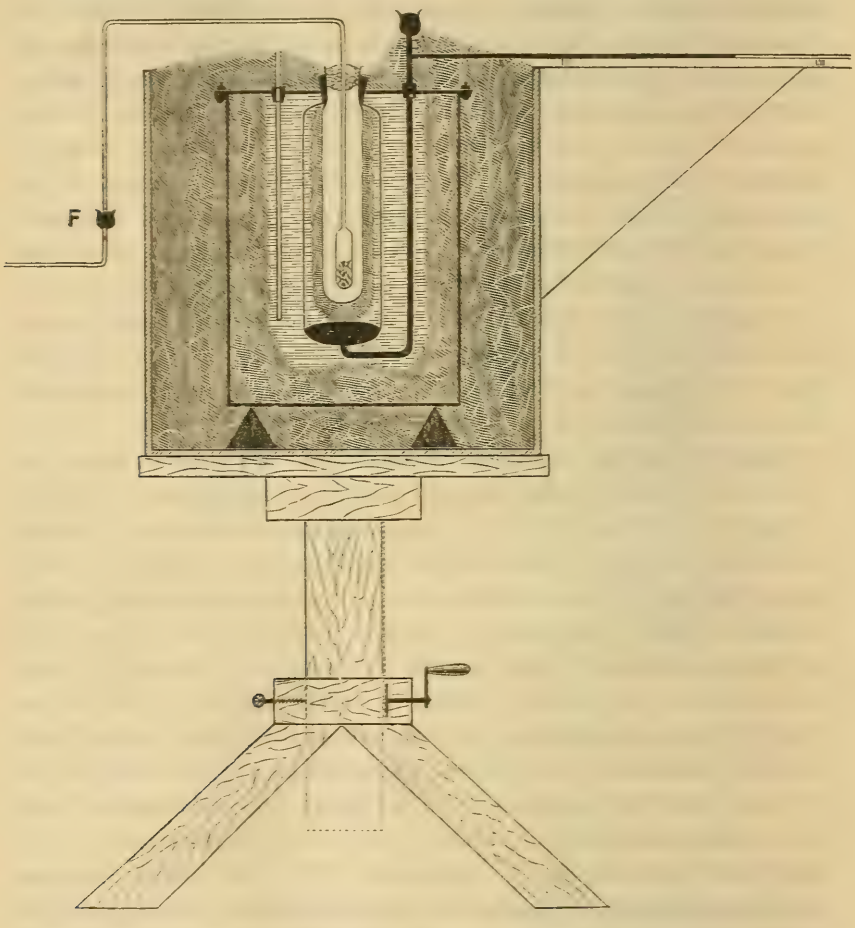


Рис. 4.

отсчета положенія ртути въ точно прокалибрированной капиллярной трубкѣ. Весь калориметръ помѣщался въ большомъ, наполненномъ чистымъ снѣгомъ ящикѣ, на подъемномъ столикѣ. Послѣдній могъ подыматься и опускаться посредствомъ червячной передачи. (Расположеніе приборовъ изображено на рис. 4.) По

наполненіи калориметръ помѣщался на столикѣ рядомъ съ газовой бюреткой и оставлялся на три дня, чтобъ установился равномѣрный ходъ ртути въ капиллярѣ. Реакціонный сосудъ, который былъ отведенъ въ сторону посредствомъ вращенія его въ шлифѣ *F* (рис. 1), обычнымъ образомъ помѣщался въ нагрѣватель и освобождался отъ газа. Затѣмъ нагрѣватель удалялся, и сосудъ, охлажденный до 0°, посредствомъ вращенія около шлифа *F*, помѣщался какъ разъ надъ отверстіемъ внутренняго сосуда калориметра. Затѣмъ калориметръ поднимался вращеніемъ лебедки, пока весь сосудъ не погружался въ него. Отверстіе затыкалось ватой. Въ теченіе ночи всѣ случайныя измѣненія температуры выравнивались, и на утро калориметръ показывалъ опять правильный ходъ ртутнаго мениска въ капиллярѣ.

III.

Уголь.

Уголь, съ которымъ производились опыты, приготовлялся путемъ обугливанія скорлупы кокосовыхъ орѣховъ подъ пескомъ. Полученные такимъ образомъ куски угля раздроблялись до такихъ размѣровъ, чтобы ихъ легко можно было ввести въ горло реакціоннаго сосуда. Вѣсъ отдѣльныхъ кусочковъ колебался между 200 и 20 mg, средній вѣсъ равнялся 77 mg. Этотъ уголь затѣмъ помѣщался въ длинной, запаянной съ одного конца тугоплавкой трубкѣ въ печь для сожженія и въ теченіе 6—8 часовъ нагрѣвался приблизительно до 550° при одновременномъ дѣйствіи водоструйнаго насоса. Очищенный такимъ образомъ отъ летучихъ примѣсей уголь не подвергался какой-либо другой очисткѣ, какъ, напр., вымыванію кислотами и проч., такъ какъ остающаяся въ углѣ небольшая примѣсь минеральныхъ солей не можетъ оказывать замѣтнаго вліянія на поглощающую способность угля, сама же очистка можетъ измѣнить его и внести въ него постороннія, трудно удаляемыя примѣси. Прокаленный вышеуказаннымъ способомъ уголь вводился въ разрѣзанный при *b* реакціонный сосудъ, послѣдній спаивался съ отрѣзаннымъ колѣномъ и надѣвался на шлифъ; затѣмъ, одновременно съ нагрѣваніемъ производилось откачиваніе сначала водоструйнымъ насосомъ, потомъ ртутнымъ.

Это откачиваніе заканчивалось лишь тогда, когда давленіе, измѣренное Mc-Leod'овскимъ приспособленіемъ, равнялось 0.001—0.003 mm. при 400°. При охлажденіи угля до 300° оно уже было неизмѣримо мало.

Для опредѣленія удѣльнаго вѣса уголь растирали въ агатовой ступкѣ въ тонкій порошокъ, сушили, затѣмъ вводили въ пикнометръ, прибавляли воды и въ теченіе часа нагрѣвали въ кипящей водяной банѣ. Затѣмъ производили опредѣленіе удѣльнаго вѣса обычнымъ способомъ. При вычисленіи, изъ вѣса угля, взвѣшеннаго въ воздухѣ, вычитался вѣсъ адсорбированнаго имъ воздуха.

Два опредѣленія удѣльнаго вѣса, сдѣланныя въ разное время и съ разными порціями угля, дали:

$$\left.\begin{array}{l} \text{I. } d_4^{20} = 1.858 \\ \text{II. } d_4^{20} = 1.862 \end{array}\right\} \text{ среднее } d_4^{20} = 1.860.$$

IV.

Производство опытовъ.

Передъ началомъ каждаго опыта реакціонный сосудъ съ углемъ, нагрѣтый въ термостатѣ до температуры даннаго опыта, открываніемъ крана H_2 соединялся съ насосомъ, откачаннымъ до 0.0001 mm., чтобъ убѣдиться въ отсутствіи въ немъ слѣдовъ газа. Затѣмъ изъ газометра G вводился въ бюретку нѣкоторый объемъ газа, кранъ H_1 запирался и этотъ объемъ отсчитывался при атмосферномъ давленіи и при температурѣ воды въ термостатѣ бюретки. Затѣмъ сосудъ со ртутью Q опускался внизъ, и бюретка открываніемъ крана H_1 соединялась съ реакціоннымъ сосудомъ. Въ этотъ же моментъ пускался въ ходъ секундометръ. Въ опредѣленные промежутки времени отсчитывалось положеніе ртути въ трубкахъ r_1 и r_2. Если газъ брался и изъ бюретки r_3, то тотчасъ же по открываніи крана H_1 посредствомъ поднятія сосуда Q эта бюретка наполнялась ртутью до верхней черты.

Вопросъ о скорости поглощенія будетъ разсмотрѣнъ подробнѣе въ XII главѣ. Здѣсь мы скажемъ лишь, что при первыхъ введенныхъ порціяхъ газа послѣ 20 мин. уже не наблюдалось замѣтнаго поднятія мениска. При дальнѣйшихъ порціяхъ поглощеніе

шло все медленнѣе, и приходилось въ зависимости отъ газа и давленія ждать отъ 50 до 300 минутъ.

Послѣ окончательнаго отсчета бюретка опять соединялась съ газометромъ *G*, и такимъ же способомъ вводилась новая порція газа. Въ началѣ каждаго опыта отсчитывалась температура воздуха въ комнатѣ, температура воды, въ которой помѣщалась бюретка, и барометрическое давленіе. Газъ въ большинствѣ случаевъ вводился въ такомъ количествѣ, чтобъ первое измѣренное давленіе находилось въ предѣлахъ давленій отъ 1—3 mm., второе около 1 cm., третье между 3 и 10 cm., слѣдующія на 10—15 cm. выше. Послѣднее измѣреніе дѣлалось при давленіи около 1 атм. Весь опытъ продолжался обыкновенно около 10—14 часовъ. Въ нѣсколькихъ случаяхъ послѣ послѣдняго введенія газа опытъ стоялъ еще 12 часовъ для того, чтобы опредѣлить величину дальнѣйшаго медленнаго поглощенія.

При работахъ съ ледянымъ калориметромъ за нѣсколько часовъ до начала опыта производился отсчетъ положенія ртути въ капиллярѣ и отсюда опредѣлялся ходъ калориметра. По окончаніи опыта реакціонный сосудъ вынимался изъ калориметра и затѣмъ въ теченіе 2—3 часовъ отмѣчался его ходъ.

Опыты показали, что выкачиваніемъ, соединеннымъ съ нагрѣваніемъ, удается совершенно освободить уголь отъ газовъ. Поэтому для опытовъ бралась все та же порція угля и замѣнялась новой порціей лишь въ томъ случаѣ, когда въ реакціонный сосудъ случайно попадала ртуть.

Всѣ термометры, употреблявшіеся при измѣреніяхъ, были предварительно прокалибрированы по нормальнымъ термометрамъ термохимической лабораторіи.

V.

Газы.

Измѣренія адсорпціи производились съ четырьмя газами: водородомъ, азотомъ, углекислотой и амміакомъ. Эти газы были выбраны потому, что они адсорбируются углемъ въ очень различной степени, а также потому, что ихъ критическія величины значительно разнятся между собою.

Способы полученія ихъ были слѣдующіе:

Водородъ добывался прибавленіемъ по каплямъ разведенной соляной кислоты къ мелкимъ стружкамъ чистѣйшаго аллюминія. Для большей равномѣрности реакціи къ соляной кислотѣ было предварительно прибавлено немного раствора сулемы. Если выдѣленіе газа ослабѣвало, то смѣсь слегка нагрѣвалась. Развивающійся газъ проходилъ черезъ воду, черезъ растворъ марганцовокислаго калія, затѣмъ высушивался пропусканіемъ черезъ сѣрную кислоту и фосфорный ангидридъ.

Въ этомъ, какъ и во всѣхъ остальныхъ случаяхъ добыванія газа, всѣ аппараты были или спаяны между собою, или залиты сургучомъ. Каучуковыхъ трубокъ совершенно не употреблялось.

Азотъ [1]) добывался прибавленіемъ по каплямъ раствора 50 g. азотистокислаго натрія, растворенного въ 50 ccm. воды къ слегка нагрѣтой смѣси 200 ccm. воды съ 50 g. азотнокислаго аммонія и 25 g. двухромокислаго калія. Образующійся газъ проходилъ черезъ промывалку съ водой, съ сѣрной кислотой, черезъ длинную трубку съ хлористымъ кальціемъ, затѣмъ, для возстановленія послѣднихъ слѣдовъ окисловъ азота, черезъ раскаленную мѣдную сѣтку, затѣмъ опять черезъ сѣрную кислоту и фосфорный ангидридъ.

Углекислота [2]) получалась посредствомъ прибавленія по каплямъ чистой сѣрной кислоты къ чистому двууглекислому натрію, размѣшанному съ водой въ густую тѣстообразную массу. Газъ пропускался черезъ концентрированный растворъ двууглекислаго натрія, черезъ воду, затѣмъ черезъ сѣрную кислоту и фосфорный ангидридъ поступалъ въ газометръ *G*. Этотъ послѣдній, какъ и склянки, черезъ которыя проходилъ газъ, нѣсколько разъ откачивались водоструйнымъ насосомъ и затѣмъ вновь наполнялись газомъ. Это наполненіе и выкачиваніе прекращалось лишь тогда, когда анализъ поступающаго въ *G* газа путемъ поглощенія его растворомъ ѣдкаго кали указывалъ на ничтожную примѣсь непоглощеннаго газа, по объему не превышающую 0.01%.

Амміакъ получался нагрѣваніемъ 25%-го раствора амміака [3])

---

[1]) Сравн. Just, Zeitschr. phys. Ch. **37**, 360.

[2]) Chappuis, Wied. Ann. **12**, 168.

[3]) Davies. Zeitschr. phys. Ch. **64**, 657 (1908).

въ колбѣ съ обратнымъ холодильникомъ. Газъ проходилъ черезъ очень концентрированный растворъ ѣдкаго кали, затѣмъ высушивался пропусканіемъ его черезъ двѣ длинныя U-образныя трубки, наполненныя кусками ѣдкаго кали и одну такую же трубку съ кусками негашеной извести. Всѣ три трубки находились въ смѣси льда съ солью при температурѣ -10^0 до -15^0. Этимъ путемъ удалялись послѣдніе слѣды влаги. Газъ обычнымъ образомъ нѣсколько разъ пропускался черезъ всѣ сосуды и откачивался. Анализъ его поглощеніемъ водою далъ въ остаткѣ 0.01 — 0.02% воздуха.

VI.

Вычисленіе.

Для того чтобы сдѣлать возможной провѣрку полученныхъ нами изъ опытовъ чиселъ, мы считаемъ нелишнимъ сообщить вкратцѣ примѣнявшійся нами методъ вычисленія. Всего яснѣе онъ станетъ при разсмотрѣніи таблицъ, приложенныхъ въ концѣ работы (стр. 282—329).

Столбецъ I этихъ таблицъ указываетъ барометрическое давленіе въ сантиметрахъ (съ точностью до 0.01 cm.), исправленное на расширеніе ртути и на удлиненіе скалы при данной температурѣ.

II и III столбцы даютъ температуру воды, окружающей газовую бюретку и воздуха въ комнатѣ.

Столбецъ IV даетъ объемъ газа въ ccm., находящійся въ бюреткѣ по введеніи газа изъ G, при соотвѣтствующемъ атмосферномъ давленіи и температурѣ воды.

V — та же величина, приведенная къ 0^0 и 76 cm. давленія.

Столбецъ VI указываетъ количество ccm. газа, остававшагося въ бюреткѣ отъ предыдущаго опыта. Это количество очевидно нужно вычесть изъ количества, указаннаго въ предыдущемъ столбцѣ, чтобы узнать m (столбецъ VII) количество ccm. газа, вновь введеннаго въ бюретку изъ газометра.

Столбецъ VIII даетъ разницу между высотою мениска ртути въ трубкѣ бюретки r_2 и открытомъ манометрѣ r_1, согласно послѣдней записи ихъ, соотвѣтствующей окончанію адсорпціи.

Столбецъ IX даетъ ту же величину, исправленную на расширеніе ртути и удлиненіе стеклянной скалы.

Столбецъ X получается вычитаніемъ IX изъ I и даетъ p—окончательное давленіе неадсорбированнаго газа.

Зная точно объемъ реакціоннаго сосуда V и температуру опыта, мы можемъ вычислить находящееся въ немъ количество газа, приведенное къ 0° и 76 cm. давленія, при давленіи p. Для этого объемъ V долженъ быть исправленъ на расширеніе стекла при данной температурѣ и уменьшенъ на объемъ заключающагося въ немъ угля. Эта величина указана въ столбцѣ XI. Такимъ же образомъ вычисляется количество газа, находящееся при температурѣ воздуха въ соединительныхъ трубкахъ и приведенное къ 0° и 76 cm. давленія (столбецъ XII).

Столбецъ XIII содержитъ количество ccm. газа въ верхней части бюретки.

Столбецъ XIV, представляющій собою сумму трехъ послѣднихъ величинъ, даетъ R — количество неадсорбированнаго газа.

Столбецъ XV, обозначенный M, указываетъ все количество газа, введенное въ бюретку съ самаго начала опыта, и получается сложеніемъ величинъ m, указанныхъ въ столбцѣ VII.

Столбецъ XVI, обозначенный $M - R$, даетъ все поглощенное съ начала опыта количество газа.

Столбецъ XVII — количество газа, поглощенное 1 g. угля, обозначаемое a.

Слѣдующіе столбцы $Lg\,a$ и $Lg\,p$ приведены для того, чтобы облегчить пониманіе кривыхъ.

Столбецъ XX есть тангенсъ угла наклоненія кривой, координаты которой—$Lg\,p$ и $Lg\,a$, и вычисляется изъ двухъ сосѣднихъ значеній a и p по формулѣ:

$$\frac{1}{n} = \frac{Lg\,a_2 - Lg\,a_1}{Lg\,p_2 - Lg\,p_1}.$$

Коэффиціентъ расширенія газовъ былъ взятъ изъ таблицъ Landolt—Boernstein'a, и принимался для $H_2 = 0.00366$, для $N = 0.00367$, для $CO_2 = 0.00371$. Для NH_3 при 150° $\alpha = 0.00380$ [1]) и для остальныхъ температуръ $\alpha = 0.00388$ [2]).

Для вычисленія теплоты адсорпціи отсчитывались положенія ртут-

---

[1]) Perman and Davies. Proc. Royal Soc. London **78**, 28 (1907).

[2]) A. Jaquerod et O. Scheuer. Mémoires. Genève, 1908.

наго столба въ капиллярѣ въ началѣ и концѣ каждаго опыта, снабжались соотвѣтствующими поправками, и затѣмъ изъ разности ихъ вычислялся объемъ, на который передвинулась ртуть. При этомъ, по новѣйшей работѣ Behn'a [1]), одна малая калорія 1 cal_{15} = = 0.01546 g. = 0.0011406 ccm. Такъ какъ газъ, поступавшій въ калориметръ, находился при температурѣ воды въ термостатѣ, то изъ всего количества тепла приходилось вычитать то, которое отдавалось введеннымъ газомъ при его охлажденіи до 0^0. При этомъ удѣльная теплота принималась равной: для $N_2 = 0.2354$, для $CO_2 = 0.2035$ [2]), для $NH_3 = 0.5084$ [3]).

Всѣ объемы выражались въ ccm. и вычислялись до одной тысячной.

Большинство вычисленій сдѣлано при помощи счетной машины „Brunsviga."

Чтобъ выяснить ошибку, которая происходитъ отъ адсорпціи газовъ стѣнками сосуда, и, кстати, провѣрить правильность измѣреній объема отдѣльныхъ частей прибора, былъ сдѣланъ опытъ поглощенія газа аппаратомъ въ отсутствіи угля. Опытъ производился съ азотомъ при 0^0, при чемъ нагрѣваніе реакціоннаго сосуда и откачиваніе изъ него воздуха производилось совершенно такъ же, какъ въ остальныхъ опытахъ.

Результаты приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Оконч. давл. газа въ cm.	Введ. колич. газа m.	Сумма введ. колич. газа M.	Остатокъ газа.	Поглощено стѣнками.
0.98	2.893	2.893	2.556	0.337
13.19	31.404	34.297	34.415	—0.118
23.69	27.494	61.791	61.797	—0.006
33.68	26.138	87.929	87.857	0.072
47.91	37.296	125.225	124.982	0.243
61.29	35.026	160.251	159.887	0.364
76.10	38.838	199.089	198.521	0.568

Объемъ сосуда при 0^0 былъ 165.782 ccm.

---

[1]) Behn. Drud. Ann. d. Phys. **16** (1905).

[2]) Holborn. ibid. **23**, 809.

[3]) Winkelmann, Handb. d. Physik B. III, S. 213.

Объемъ соединительныхъ трубокъ (при температурѣ воздуха) = 29.060 ccm.

Какъ видно изъ послѣдняго столбца таблицы, разница между введеннымъ газомъ и оставшимся въ самомъ крайнемъ случаѣ почти не превышаетъ 0.5 ccm. и, слѣдовательно, поглощеніе газа стѣнками аппарата можетъ совершенно не приниматься въ расчетъ.

VII.

Адсорпція водорода.

Въ ряду изслѣдованныхъ газовъ наименѣе поглощаемымъ является водородъ. Поотому изслѣдованія Dewar'a и Travers'a надъ поглощеніемъ этого газа произведены при температурѣ кипѣнія жидкаго воздуха, то-есть около —190°, при которой поглощеніе это значительно увеличивается.

Въ виду большой простоты отношеній между давленіемъ и адсорбированнымъ количествомъ водорода, нами сдѣлано всего три опыта (I—III) при температурахъ 80°, 0° и —79°. Результаты видны изъ таблицъ приложенія (табл. I—III, стр. 282—287).

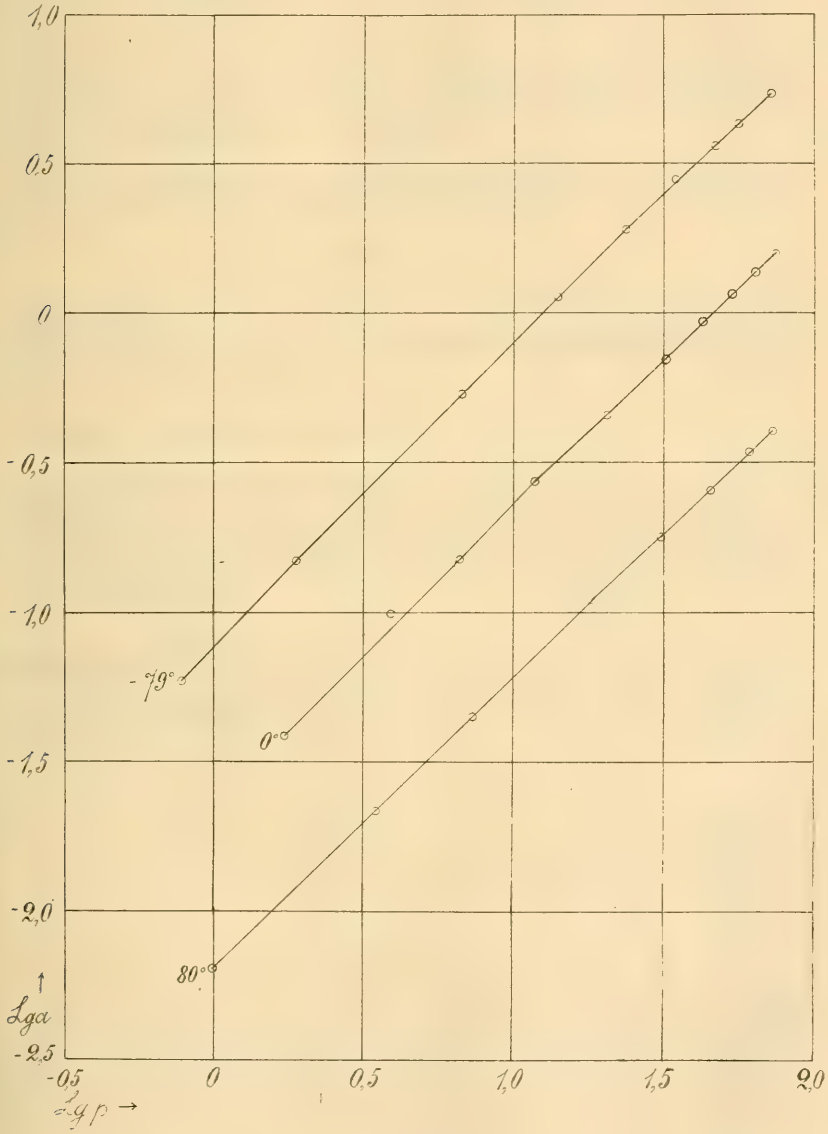
Если нанести ихъ графически, принявъ за ось абсциссъ давленіе p, а за ось ординатъ—соотвѣтствующее количество газа a, поглощенное 1 g. угля, то мы получимъ почти прямыя линіи. Это значитъ, что адсорпція водорода происходитъ пропорціонально давленію, то-есть: *для адсорпціи водорода углемъ въ предѣлѣ температуръ отъ + 80° до —79° имѣетъ силу законъ Henry*, установленный имъ для адсорпціи газовъ жидкостями, или $a_t = \text{const.}\, p_t$ (при $t = \text{const.}$).

Небольшія уклоненія не превышаютъ ошибокъ опыта, которыя, благодаря малой величинѣ адсорпціи водорода, становятся особенно большими.

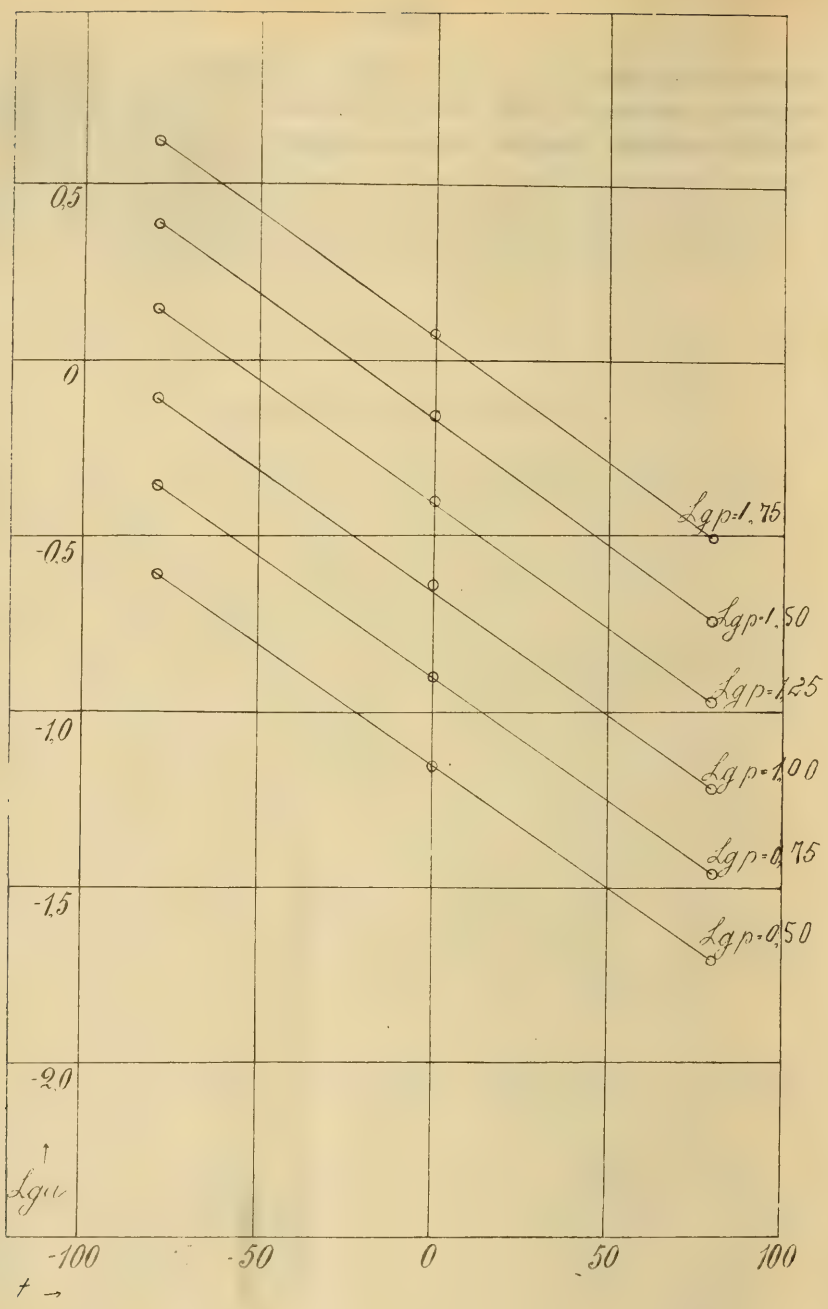
Результаты становятся болѣе ясными, если при графическомъ изображеніи за ось абсциссъ принять $Lg\, p$, за ось ординатъ — $Lg\, a$, какъ это сдѣлано на фиг. 5.

Въ этомъ случаѣ мы получаемъ три прямыя, расположенныя подъ угломъ въ 45° къ осямъ координатъ и, какъ видно изъ чертежа, находящіяся приблизительно на одинаковомъ разстояніи

другъ отъ друга. Изъ этихъ прямыхъ, соотвѣтствующихъ *изотермамъ поглощенія*, мы можемъ получить *изобары*, если изъ фиг. 5 возьмемъ значенія $Lg\,a$, соотвѣтствующія опредѣленной



Фиг. 5.


0,5
0
-0,5
-1,0
-1,5
-2,0
Lgu
-100
-50
0
50
100
t →
Lgp=1,75
Lgp=1,50
Lgp=1,25
Lgp=1,00
Lgp=0,75
Lgp=0,50

Фиг. 6.

величинѣ $Lg\,p$, и нанесемъ ихъ въ видѣ ординатъ, а за ось абсциссъ возьмемъ температуру. Тогда мы получимъ опять рядъ прямыхъ линій (фиг. 6), которыя, начиная снизу, соотвѣтствуютъ:

$$Lg\,p = 0.5;\ 0.75;\ 1.00;\ 1.25;\ 1.50;\ 1.75.$$

Отсюда слѣдуетъ прямолинейная зависимость величины адсорпціи отъ температуры и легко можно вычислить температурный коэффиціентъ. Онъ равняется: $\beta = -0.007075$.

Отсюда слѣдуетъ, что количество водорода, адсорбированное при t^0, можетъ быть вычислено по формулѣ:

$$Lg\,a_t = Lg\,a_0 - 0.007075\,t.$$

Изъ опыта II мы находимъ $a_0 = 0.00223\,p$. Слѣдовательно, общая формула, годная для любого давленія и температуры въ измѣренныхъ предѣлахъ, будетъ:

$$Lg\,a_t = Lg\,0.00223\,p - 0.007075\,t. \qquad (1)$$

По этой формулѣ мы вычислили значенія a', которыя помѣщены въ нижеслѣдующей таблицѣ рядомъ съ найденными величинами a. Въ большинствѣ случаевъ совпаденіе ихъ весьма удовлетворительно.

Опытъ I. T = 80⁰			Опытъ II. T = 0⁰		
p (давленіе).	a (найдено).	a′ (вычислено).	p (давленіе).	a (найдено).	a′ (вычислено).
1.00	0.0064	0.0061	1.74	0.03835	0.03882
3.53	0.0217	0.0214	3.93	0.09829	0.08764
7.39	0.0446	0.0448	6.69	0.14900	0.14920
18.31	0.1097	0.1109	11.94	0.27040	0.26630
31.08	0.1778	0.1882	20.69	0.45140	0.46140
45.40	0.2538	0.2750	32.28	0.64840	0.71980
61.15	0.3413	0.3704	42.75	0.91390	0.95330
72.73	0.4011	0.4406	53.73	1.13860	1.1981
			64.21	1.34300	1.4319
			74.42	1.55400	1.6596

Опытъ III.

T = —79°

p (давленіе).	a (найдено).	a′ (вычислено).
0.79	0.0586	0.0638
1.90	0.1480	0.1534
6.75	0.5313	0.5443
14.19	1.1214	1.147
23.69	1.892	1.913
34.79	2.787	2.807
47.18	3.607	3.810
56.19	4.276	4.537
72.16	5.414	5.826

Вполнѣ допустимой является экстраполяція этой формулы на болѣе высокія температуры. Если же мы попробуемъ экстраполировать на очень низкія температуры, то получимъ при — 185° и 76 cm. давленія $a = 34.52$ ccm., между тѣмъ Dewar[1] нашелъ, что при данныхъ условіяхъ 1 g. угля адсорбируетъ 72.60 ccm. водорода, т.-е. вдвое больше. Такое значительное возрастаніе температурнаго коэффиціента адсорпціи при температурахъ, близкихъ къ критическимъ, мы встрѣтимъ далѣе и у углекислоты. При этомъ не слѣдуетъ забывать и того, что уголь Dewar'а обрабатывался иначе и могъ вообще обладать нѣсколько иной поглощающей способностью.

VIII.

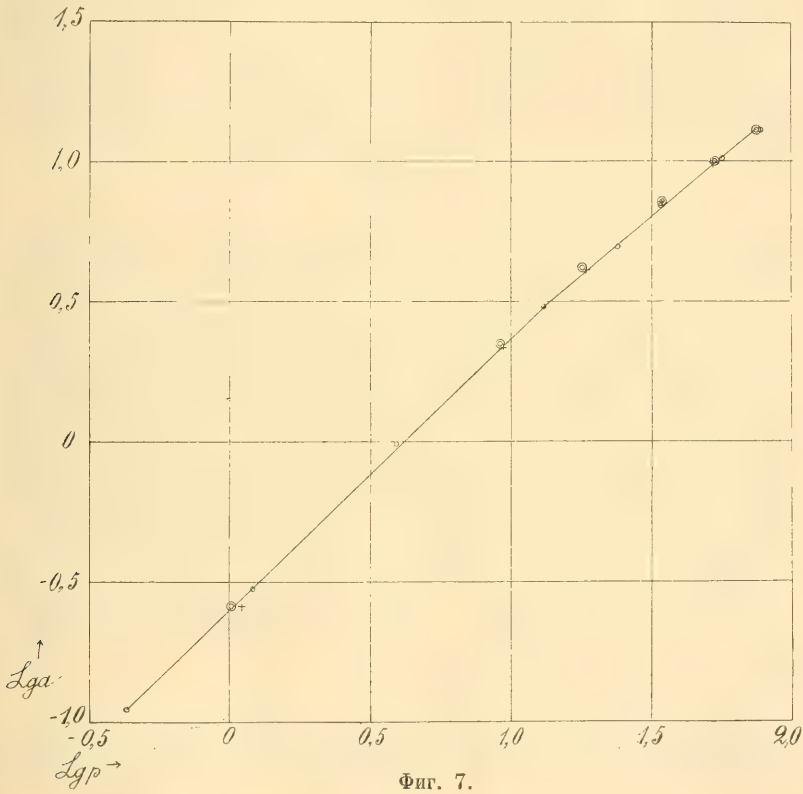
Адсорпція азота.

По сравненію съ водородомъ азотъ адсорбируется въ значительно бо́льшихъ количествахъ. Соотвѣтственно этому и отношенія между давленіемъ и количествомъ адсорбированнаго газа зна-

[1]) l. c. p. 9.

чительно сложнѣе, чѣмъ у водорода. Поэтому азотъ былъ нами изслѣдованъ болѣе подробно и, кромѣ того, въ опытахъ IX и X одновременно съ измѣреніемъ изотермъ адсорпціи опредѣлялась и теплота адсорпціи.

При 0° были сдѣланы три опыта: VII, IX и X. Результаты измѣреній, приведенные въ соотвѣтствующихъ таблицахъ, графически нанесены на фиг. 7. При этомъ точки, относящіяся къ опыту VII, обозначены кружками, точки опыта IX двойными кружками и опыта X — крестами.

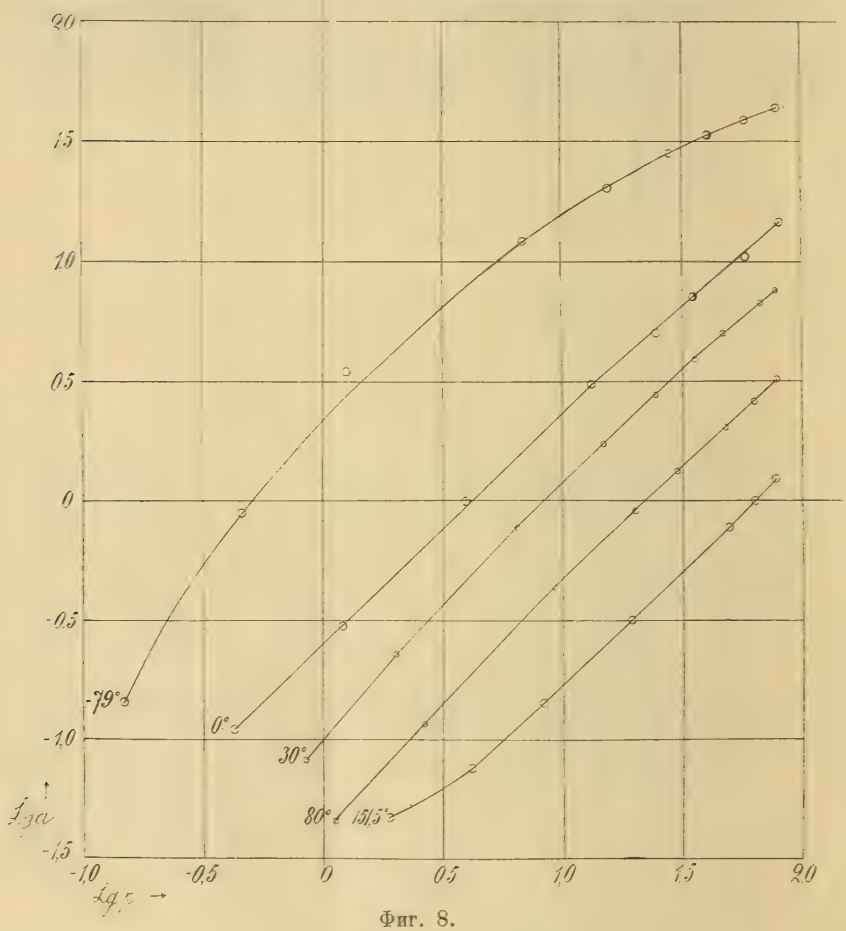


Фиг. 7.

Опытъ VII былъ произведенъ 23 января въ большомъ реакціонномъ сосудѣ вмѣстимостью болѣе 160 ccm. съ 35.662 g. угля. Сосудъ былъ окруженъ тающимъ снѣгомъ. Опыты IX и X были сдѣланы 20-го и 22-го марта съ другой порціей угля въ количествѣ 10.61 g. Сосудъ вмѣщалъ 25 ccm. и былъ погруженъ во

внутренній сосудъ калориметра. Какъ видно изъ положенія точекъ, кривыя всѣхъ трехъ опытовъ прекрасно совпадаютъ между собою, что является лучшимъ доказательствомъ точности измѣреній и годности примѣненнаго метода.

Результаты первыхъ пяти опытовъ, произведенныхъ съ азотомъ



Фиг. 8.

при температурахъ: 151.5° (опытъ IV), 80° (опытъ V), 30° (опытъ VI), 0° (опытъ VII) и —79° (опытъ VIII) помѣщены въ соотвѣтствующихъ таблицахъ (стр. 288—297). Эти же результаты графически изображены на фиг. 8, гдѣ опять за ось абсциссъ взяты $Lg\,p$, за ось ординатъ $Lg\,a$.

Изъ діаграммы видно, что кромѣ первой, довольно сомнительной величины, всѣ остальныя точки изотермы, соотвѣтствующей 151.5°, лежатъ на одной прямой. То же самое мы можемъ сказать относительно точекъ изотермы при 80°. Но уже слѣдующая изотерма, соотвѣтствующая 30°, является нѣсколько искривленной. То же незначительное искривленіе мы видимъ у изотермы при 0°, *а* при —79° мы имѣемъ кривую, ясно вогнутую по отношенію къ оси абсциссъ. Изъ той же діаграммы видно, что при возрастаніи давленія кривыя сближаются. Это происходитъ потому, что уголъ наклоненія ихъ къ оси x тѣмъ меньше, чѣмъ ниже температура. Если по указанному раньше способу графически нанести *изобары*, то мы получимъ рядъ нѣсколько вогнутыхъ линій (фиг. 9). Отдѣльныя линіи соотвѣтствуютъ слѣдующимъ давленіямъ:

$$Lg\,p = 0.50;\ 0.75;\ 1.00;\ 1.25;\ 1.50;\ 1.75.$$

Изъ обѣихъ послѣднихъ діаграммъ слѣдуетъ уже съ достаточной ясностью, что результаты измѣренія не могутъ быть выражены такой простой формулой, какъ въ случаѣ водорода.

Изъ всѣхъ формулъ, примѣнявшихся различными изслѣдователями для выраженія зависимости между адсорбированнымъ количествомъ газа и давленіемъ, наиболѣе удовлетворительной является формула, впервые примѣненная для адсорпціи газовъ въ учебникѣ Оствальда [1]), а затѣмъ въ книгѣ Freundlich'a [2]).

Та же формула значительно раньше была примѣнена для выраженія зависимости величины адсорпціи растворенныхъ тѣлъ и жидкостей твердыми тѣлами [3]).

Формула эта гласитъ:

$$a = \alpha p^{\frac{1}{n}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (2),$$

гдѣ a и p имѣютъ вышеуказанныя значенія, α и $\frac{1}{n}$ являются по-

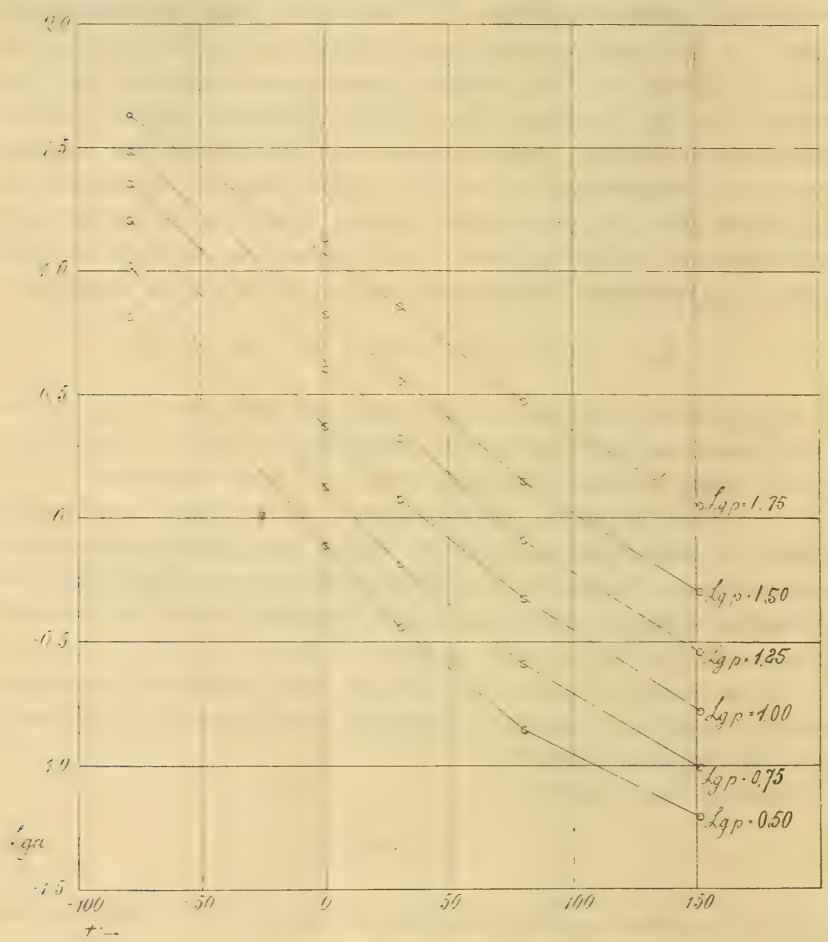
---

[1]) l. c. p. 234.

[2]) l. c. p. 94.

[3]) Впервые сходная формула была примѣнена Küster'омъ, Zeitschr. phys. Ch. **13**, 445 (1894) для распредѣленія эѳира между каучукомъ и водой, затѣмъ Schmidt'омъ, ibid. **15**, 56 (1894). Въ работѣ Freundlich'a, ib. **57**, 386 (1907) формула была подробно развита и примѣнимость ея доказана массой примѣровъ.

стоянными величинами. Если мы логариѳмируемъ это выраженіе, то получимъ: $Lg\,a = Lg\,\alpha + \frac{1}{n}\,Lg\,p$. Это есть уравненіе прямой. Слѣдовательно, для того, чтобъ эта формула была примѣнима,



Фиг. 9.

требуется, чтобъ изотермы нашей логариѳмической діаграммы были прямыми. Какъ мы видѣли, это имѣетъ мѣсто при высокихъ температурахъ, при низкихъ же ясно замѣтно искривленіе изотермъ, которыя становятся вогнутыми по отношенію къ оси абсциссъ.

Въ большинствѣ работъ предшествовавшихъ авторовъ имѣются данныя для сравнительно небольшихъ разностей давленій, и изъ нихъ, какъ мы уже указывали, невозможно сдѣлать какіе-либо выводы. Но въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ давленіе мѣнялось значительно, какъ, напримѣръ, въ изотермѣ поглощенія CO_2 при 0^0, измѣренной Chappuis, мы находимъ то же ясно выраженное искривленіе изотермы.

Но намъ кажется нецѣлесообразнымъ пытаться путемъ формулы съ тремя или болѣе постоянными выразить математически это искривленіе. Намъ думается, что въ настоящее время, пока не имѣется большого количества строго провѣреннаго и тщательно изслѣдованнаго матеріала въ этой области, можно удовлетвориться и этой, не совсѣмъ совершенной, но зато болѣе простой формулой, которая, несмотря на искривленіе изотермъ, въ довольно большихъ предѣлахъ давленія удовлетворительно сходится съ опытными данными.

Поэтому въ дальнѣйшемъ мы будемъ примѣнять эту формулу, тѣмъ болѣе, что она хорошо выражаетъ и зависимость между адсорпціей изъ растворовъ.

Постоянныя α и $\frac{1}{n}$ легко могутъ быть опредѣлены изъ логариѳмической діаграммы изотермы. Такъ какъ при $p = 1$ формула (2) обращается въ $a = \alpha$, то α есть количество газа, адсорбированнаго 1 g. угля при $p = 1$, и $Lg\,\alpha$ есть ордината, соотвѣтствующая въ нашей изотермѣ абсциссѣ $= 0$.

$\frac{1}{n}$ есть тангенсъ угла наклоненія изотермы къ оси абсциссъ.

$\frac{1}{n}$ въ большинствѣ случаевъ меньше единицы; если эта величина дѣлается равной единицѣ, то мы имѣемъ законъ Henry.

Послѣдній случай мы имѣли у водорода при всѣхъ измѣренныхъ температурахъ и у азота (не совсѣмъ точно) при температурѣ 151.5^0.

Для одного и того же газа, при пониженіи температуры величина $\frac{1}{n}$ уменьшается, то-есть уголъ наклона изотермы къ оси абсциссъ для низкихъ температуръ меньше, чѣмъ для высокихъ.

Величину $\frac{1}{n}$ можно легко вычислить, не прибѣгая къ измѣренію угловъ. Такъ какъ $\frac{1}{n} = \frac{dLg\,a}{dLg\,p}$, то съ довольно большимъ приближеніемъ мы можемъ принять $\frac{1}{n} = \frac{Lg\,a_2 - Lg\,a_1}{Lg\,p_2 - Lg\,p_1}$, гдѣ a_2 и a_1, а также p_2 и p_1 есть двѣ сосѣднихъ величины въ таблицахъ.

Такимъ путемъ вычислены значенія $\frac{1}{n}$, помѣщенныя въ XX столбцѣ таблицъ. Отсюда вычисляется средняя величина $\frac{1}{n}$ для данной температуры. Для 151.5°, напримѣръ, среднее значеніе $\frac{1}{n} = 0.976$; $\alpha = 0.01798$. Отсюда вычисляются по формулѣ (2) значенія для a:

p.	a.	
	Найдено:	вычислено:
1.89	0.0371	0.0335
4.18	0.0754	0.0726
8.34	0.1416	0.1426
19.44	0.3168	0.3256
31.61	0.5052	0.5232
49.42	0.7740	0.8112
63.30	0.9795	1.0300
77.07	1.1720	1.2480

Для того, чтобы выразить зависимость величины адсорпціи отъ температуры, мы должны обратиться къ разсмотрѣнію *изобаръ* (фиг. 9).

Послѣднія представляютъ изъ себя нѣсколько изогнутыя линіи, вѣерообразно расходящіяся при повышеніи температуры. Для углекислоты эти изобары, какъ увидимъ далѣе (фиг. 11), являются прямыми линіями.

Въ не слишкомъ большихъ предѣлахъ температуры можно принять и для азота прямолинейную зависимость отъ температуры, и по изложеннымъ выше причинамъ, удовлетвориться приближенной формулой для выраженія этой зависимости.

Слѣдующая формула была выведена Freundlich'омъ [1]), и мы вкратцѣ передаемъ его выводъ.

Изъ прямолинейности изобары слѣдуетъ:

$Lg\, a_t = Lg\, a_0 - \zeta_1 t$, гдѣ ζ_1—постоянная, величина которой зависитъ отъ давленія, и t—температура. Для какого-либо другого давленія мы будемъ имѣть постоянную ζ_2, при чемъ, какъ это слѣдуетъ изъ вѣерообразнаго расхожденія изобаръ, величины ζ растутъ прямолинейно съ уменьшеніемъ $Lg\, p$.

Слѣдовательно, $\zeta_1 = \zeta - \xi Lg\, p_1$, гдѣ ζ и ξ будутъ постоянными, зависящими отъ даннаго газа.

Подставивъ это выраженіе въ предыдущую формулу, мы получимъ общее выраженіе зависимости количества адсорбированнаго газа отъ давленія и температуры:

$$\left.\begin{array}{c} Lg\, a_t = Lg\, a_0 - (\zeta - \xi Lg\, p)\, t \\ \text{или} \\ a_t = a_0\, e^{-(\zeta - \xi Lg\, p)\, t} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Если формулу (2) дифференцировать по температурѣ t, то получится общая формула:

$$\frac{da}{dt} = p^{\frac{1}{n}} \frac{d\alpha}{dt} + \alpha \frac{1}{n} p^{\frac{1}{n}-1} \frac{dp}{dt} + \alpha p^{\frac{1}{n}} ln\, p \frac{d\frac{1}{n}}{dt} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Принимая во вниманіе, что для изобары $\frac{dp}{dt} = 0$, получимъ:

$$\frac{da}{dt} = p^{\frac{1}{n}} \frac{d\alpha}{dt} + \alpha p^{\frac{1}{n}} ln\, p \frac{d\frac{1}{n}}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4\text{ a})$$

Если продифференцировать формулу (3) по t, при постоянномъ p, то получимъ:

$$\frac{da}{dt} = -a \left(\frac{\zeta}{Lg\, e} - \frac{\xi\, Lg\, p}{Lg\, e} \right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

---

[1]) L. c. p. 103.

Такъ какъ $Lg\alpha_t = Lg\alpha_0 - \zeta t$, то

$$\frac{d\alpha}{dt} = -\alpha \frac{\zeta}{Lge} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Подставивъ (6) и (2) въ (4 a) получимъ:

$$\frac{d\alpha}{dt} = -\alpha \left(\frac{\zeta}{Lge} - \frac{Lgp}{Lge} \frac{d\frac{1}{n}}{dt} \right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Изъ сравненія (5) и (6) получаемъ значеніе постоянной:

$$\xi = \frac{d\frac{1}{n}}{dt}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

а изъ (4) слѣдуетъ:

$$\zeta = -\frac{d\,Lg\alpha}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Вычисленныя по формулѣ (3) значенія α для углекислоты даютъ весьма удовлетворительное совпаденіе съ найденными числами. Для азота это совпаденіе менѣе удовлетворительно вслѣдствіе уклоненія изобаръ отъ прямой линіи. Но если взять изобары для температуръ отъ 30^0 до 151.5^0, то мы получимъ въ достаточной степени удовлетворительное совпаденіе съ данными опыта. Результаты вычисленія приведены въ помѣщенной ниже таблицѣ, при чемъ для 30^0 примѣнена формула (2), для 80^0 и 151.5^0 формула (3). Константы имѣютъ слѣдующія значенія:

$$\alpha = 0.16025; \quad \frac{1}{n} = 0.8935; \quad \zeta = 0.008; \quad \xi = 0.00606.$$

Лѣвые столбцы „α найдено“ содержатъ величины, отсчитанныя изъ діаграммъ изотермъ.

p	t = 30°		t = 80°		t = 151.5°.	
	a найдено	a вычисл.	a найдено.	a вычисл.	a найдено.	a вычисл.
3.162	0.3614	0.4482	0.1403	0.1848	0.0615	0.0521
5.495	0.6501	0.7498	0.2570	0.3145	0.0977	0.0908
10.00	1.178	1.254	0.4688	0.5353	0.1687	0.1584
17.78	2.099	2.097	0.8128	0.9109	0.2884	0.2766
31.62	3.556	3.508	1.393	1.550	0.5023	0.4822
56.23	5.888	5.866	2.399	2.638	0.8872	0.8418

IX.

Тепловой эффектъ при адсорпціи азота.

Теплота адсорпціи азота углемъ была изслѣдована только Dewar'омъ [1]), который нашелъ, что теплота поглощенія 155 ccm. азота углемъ кокосоваго орѣха при $-185^0 = 25.5$ cal. Но въ виду того, что давленіе газа при этомъ измѣнялось отъ долей миллиметра до 1 атм., мы не можемъ воспользоваться этимъ числомъ для термодинамическихъ вычисленій, и должны измѣрить „дифференціальную теплоту адсорпціи", относящуюся къ тѣмъ же величинамъ давленія, при которыхъ опредѣлены значенія p и a.

Пользуясь описаннымъ выше методомъ, мы могли безъ труда производить измѣренія всѣхъ требуемыхъ величинъ одновременно. Нѣкоторое сомнѣніе возбуждало лишь то обстоятельство, что выравниваніе температуры въ ледяномъ калориметрѣ будетъ происходить слишкомъ медленно. Но опытъ показалъ, что уже черезъ 10 минутъ послѣ адсорбированія большей части газа заканчивается

[1]) L. c. p. 9.

и замѣтное поглощеніе теплоты калориметромъ. Затѣмъ ходъ его становится очень медленнымъ, соотвѣтственно медленному процессу адсорпціи.

Какъ уже упомянуто выше, при малыхъ давленіяхъ адсорпція заканчивается въ теченіе 20—40 минутъ. Соотвѣтственно этому калориметръ черезъ 30—60 минутъ послѣ введенія газа показываетъ ходъ, не отличающійся замѣтно отъ его хода при тепловомъ равновѣсіи.

При болѣе высокихъ давленіяхъ адсорпція совершается значительно медленнѣе, особенно въ случаѣ азота, гдѣ равновѣсіе наступаетъ не раньше 80—100 минутъ.

Соотвѣтственно этому и калориметръ еще показываетъ медленный ходъ. Но такъ какъ адсорбированныя въ это время количества очень малы (см. ниже главу о скорости адсорпціи), то величина теплоты адсорпціи, вычисленная на 1 ccm. газа, совершенно не измѣнится, прервать ли опытъ черезъ 80 или черезъ 120 минутъ, такъ какъ вѣдь и адсорбированное количество газа измѣнится за то же время. Для большей убѣдительности приведемъ данныя изъ опыта.

Напримѣръ, въ опытѣ X строка 5, согласно протоколу, въ промежуткѣ отъ 80 до 100 минутъ съ начала опыта, было поглощено 0.07 ccm., что соотвѣтствуетъ выдѣленію теплоты 0.0150 cal. Ходъ калориметра (съ произведенной поправкой на его естественный ходъ) равнялся 0.08 cm. = 0.0177 cal. Слѣдовательно, если бъ мы прекратили опытъ черезъ 80 минутъ вмѣсто 100, то получили бы ошибку 0.0177 — 0.0150 cal. = 0.0027 cal., или 0.04% всего количества теплоты, выдѣленнаго въ данномъ опытѣ, то-есть остались бы въ предѣлахъ ошибки опыта.

Результаты измѣреній двухъ опытовъ, произведенныхъ съ азотомъ, приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Всѣ данныя, касающіяся количествъ адсорбированнаго газа, находятся въ соотвѣтствующихъ таблицахъ приложенія (стр. 298).

Столбецъ V помѣщенной ниже таблицы даетъ количество cm., на которое передвинулась ртуть въ капиллярѣ калориметра. Въ этомъ показаніи уже включена поправка на показаніе капилляра и на естественный ходъ калориметра.

Такъ какъ 1 cm. капилляра соотвѣтствовалъ 2.21688 cal., то умноженіемъ на это число мы получаемъ все выдѣленное тепло въ 15°-калоріяхъ (столбецъ VI).

	№№	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
		р окончат. давленіе.	Темп. введен. газа.	*M.*	Теплоемк. введеннаго газа.	Показ. калорим. испр. въ *ст.*	Выдѣленн. тепло въ калоріяхъ.	Теплота адсорпц. Q.	Поглощенн. колич. газа въ *сст.*	Теплота адс. 1 *сст.* газа *q.*
Опытъ IX.	1	1.02	17.2	3.566	0.016	0.47	1.042	1.026	2.747	0.373
	2	9.08	18.0	27.553	0.126	2.04	4.523	4.397	21.040	0.205
	3	17.73	18.7	27.872	0.130	1.76	3.902	3.772	20.762	0.182
	4	34.35	16.7	46.289	0.189	3.22	7.139	6.950	32.884	0.211
	5	53.12	17.0	45.030	0.181	2.83	6.274	6.093	30.043	0.203
	6	74.74	17.2	48.567	0.195	3.08	6.828	6.633	31.172	0.213
Опытъ X.	1	1.11	17.7	3.627	0.016	0.36	0.798	0.782	2.730	0.286
	2	9.25	18.0	26.949	0.122	2.11	4.678	4.556	20.383	0.223
	3	18.06	18.6	27.932	0.130	2.09	4.634	4.504	20.835	0.216
	4	34.10	19.5	45.067	0.215	3.16	7.006	6.791	32.221	0.211
	5	51.76	19.0	43.908	0.199	3.00	6.651	6.452	29.706	0.217
	6	75.04	19.1	51.479	0.226	3.18	7.050	6.824	32.442	0.210

Какъ видно изъ IX столбца таблицы, адсорпція первой порціи газа сопровождается значительно бо́льшимъ выдѣленіемъ тепла. Если исключить эту величину (строка 1 обоихъ опытовъ), то остальныя величины g изъ опыта IX дадутъ среднее значеніе 0.203 cal. на 1 ccm. газа, изъ опыта X—0.215 cal. Эти величины не показываютъ правильнаго измѣненія въ которую либо сторону съ увеличеніемъ давленія.

Данныя предыдущей главы даютъ намъ возможность теоретически вычислить теплоту адсорпціи [1]). Какъ видно изъ таблицъ, начиная отъ области среднихъ давленій p растетъ значительно больше, чѣмъ a. Поэтому мы можемъ сдѣлать допущеніе, что увеличеніе давленія, не измѣнивъ значительно концентраціи поглощеннаго газа, замѣтнымъ образомъ измѣнитъ концентрацію въ газообразной фазѣ (пропорціональную давленію). Мы имѣемъ здѣсь случай, аналогичный испаренію. Слѣдовательно, „*изостерическая теплота адсорпціи*“ ($a = \text{const.}$) можетъ быть сравнима съ теплотой сжиженія, и мы можемъ примѣнить извѣстный принципъ Clapeyron'a и Clausius'a:

$$q = RT^2 \frac{d \ln p}{22400\, d T}, \qquad \text{гдѣ } q —$$

теплота сжиженія 1 ccm. газа, 22400—число кубич. сантиметровъ газа въ 1 граммолекулѣ, R—газовая константа, величина которой для 1 граммолекулы, если считать тепло въ калоріяхъ, $R = 1.99$. Такъ какъ для изостеры $\frac{da}{dt} = 0$, то изъ приведенной нами общей формулы зависимости p отъ a и t (формула (4) стр. 243) мы получаемъ слѣдующую формулу для *изостеры:*

$$\frac{dp}{dt} = -\frac{np}{a}\frac{da}{dt} - n\, p \ln p \frac{d\frac{1}{n}}{dt} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4b)$$

Сдѣлавъ подстановки изъ формулъ (6) и (8), подставивъ въ правой части $\frac{Lg\, p}{Lg\, e}$ вмѣсто $\ln p$ и раздѣливъ на p, получимъ:

$$\frac{d \ln p}{dt} = \frac{n}{Lg\, e}(\zeta - \xi\, Lg\, p) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10).$$

---

[1]) Freundlich, l. c. p. 107.

Введя это значеніе $\frac{d\,ln\,p}{dt}$ въ вышеприведенную формулу Clapeyron-Clausius'a, получимъ:

$$q = \frac{n\,RT^2}{22400\,Lg\,e}(\zeta - \xi\,Lg\,p) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

Какъ мы уже говорили выше, для не слишкомъ большихъ измѣненій давленій и температуры наши формулы довольно точно согласуются съ данными опыта. Если мы воспользуемся данными опыта IX для области среднихъ давленій между $p = 17.73$ и 34.35, то получимъ для $\frac{1}{n}$ величину 0.8360; для p мы беремъ среднее изъ двухъ этихъ значеній 26.04.

Для нахожденія ζ и ξ (по формуламъ (8) и (9), стр. 244), мы беремъ значенія $\frac{1}{n}$ для 30^0 изъ опыта VI въ соотвѣтственной области давленій (отъ $p = 14.46$ до $p = 34.76$) $\frac{1}{n} = 0.925$. Отсюда

$$\xi = \frac{0.925 - 0.836}{30} = 0.00297.$$

Значенія для α мы беремъ изъ соотвѣтствующей діаграммы: для $0^0\,Lg\,\alpha = -0.59$, для $30^0\,Lg\,\alpha = -1.00$, отсюда $\zeta = 0.01367$.

Если эти значенія подставить въ формулу (11), то вычисляется:

$$q = \frac{1.99 \times 273^2}{0.836 \times 22.400 \times 0.4343}(0.01367 - 0.00297\,Lg\,26.04) =$$

$$= 0.173 \text{ cal.}$$

Среднее значеніе, найденное изъ даннаго опыта $q = 0.203$ cal.

Принимая во вниманіе малое количество тепла, выдѣляющагося въ отдѣльныхъ опытахъ, можно считать это совпаденіе между вычисленной величиной и найденной удовлетворительнымъ.

X.

Адсорпція углекислоты и тепловой эффектъ ея.

Въ то время какъ измѣренія, произведенныя надъ двумя предшествовавшими газами, падаютъ въ область, лежащую значительно выше ихъ критической температуры, въ случаѣ углекислоты эта критическая температура (около 31°) находится какъ разъ въ срединѣ изслѣдованной области температуръ.

Измѣренія адсорпціи могутъ быть произведены въ этихъ опытахъ съ значительно большей точностью, такъ какъ адсорбированныя количества углекислоты гораздо больше, чѣмъ предыдущихъ газовъ. Такъ, напримѣръ, количества газа, адсорбированныя 1 g. угля при 10 cm. давленія и 0° равняются:

Газы:	ccm.:	отношеніе:
H_2	0.2265	1:
N_2	2.35	10:
CO_2	30.41	132:
NH_3	71.00	315.

Хотя и имѣются измѣренія Travers'a объ адсорпціи углекислоты, произведенныя при разныхъ температурахъ, но для каждой температуры онъ измѣряетъ всего три давленія. Кромѣ того, опыты произведены съ малымъ количествомъ угля, что значительно уменьшаетъ ихъ точность. Поэтому адсорпція углекислоты была изслѣдована нами такъ же подробно, какъ и азота.

Точность найденныхъ въ отдѣльныхъ опытахъ данныхъ можетъ быть установлена сравненіемъ результатовъ опытовъ XIV и XVII, которые оба произведены при 0°.

Опытъ XIV былъ сдѣланъ 21 октября 1909 года съ 17.7 g. угля въ большомъ реакціонномъ сосудѣ, при чемъ термостатомъ служилъ тающій ледъ. Опытъ XVII произведенъ 16 марта 1910 г. съ другой порціей угля въ количествѣ 10.16 g. въ маленькомъ сосудѣ; термостатомъ служилъ внутренній сосудъ ледяного калориметра.

Слѣдующая таблица даетъ значенія a, полученныя въ обоихъ опытахъ для соотвѣтствующихъ p, при чемъ данныя опыта XIV отсчитаны изъ діаграммы изотермы (фиг. 10).

p:	a (XIV):	a (XVII):
0.22	2.59	2.29
1.87	12.22	11.31
5.51	22.44	22.56
12.21	33.73	33.42
22.93	44.36	43.90
33.77	51.17	50.85
47.13	57.28	56.94
60.55	61.66	61.64
73.09	65.16	65.11

Совпаденіе можно считать вполнѣ удовлетворительнымъ.

Результаты опытовъ при температурахъ 151.5°, 80°, 30°, 0° и —76.5° приведены въ соотвѣтствующихъ таблицахъ (опыты XI—XV, стр. 302—311).

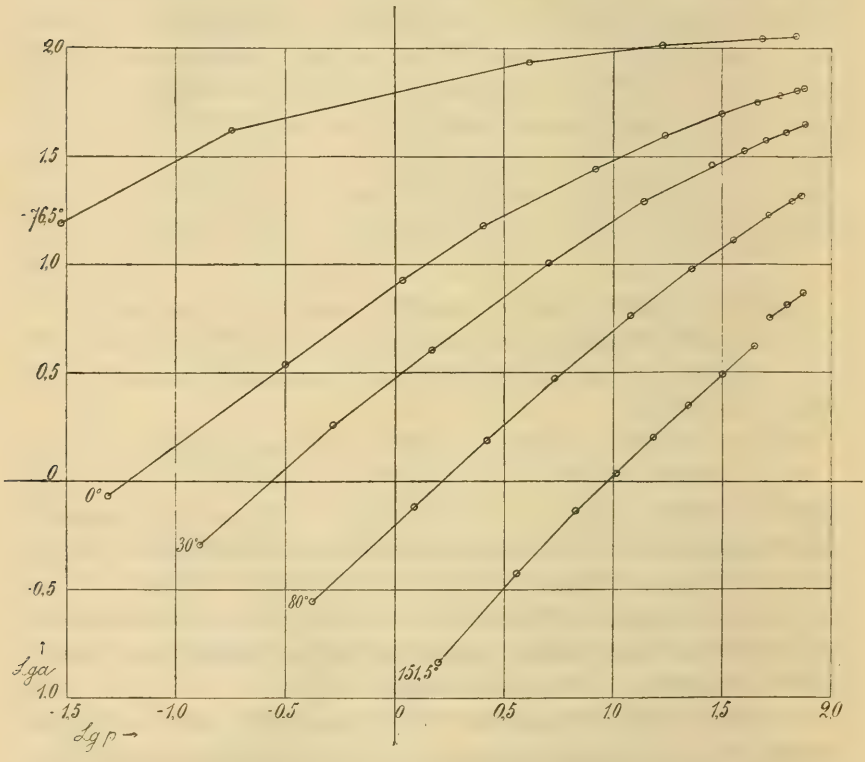
Всѣ эти опыты сдѣланы съ одной и той же порціей угля.

Если нанести полученныя изотермы графически, откладывая, какъ и раньше, Lg p по оси абсциссъ и Lg a по оси ординатъ, то получится фиг. 10. Изъ нея видно, что изотерма, соотвѣтствующая 151.5°, представляетъ собою почти прямую линію.

Три послѣднихъ точки этой линіи какъ бы перемѣстились по оси ординатъ. Это зависитъ, очевидно, отъ неправильнаго отсчета данной величины m въ газовой бюреткѣ.

Изотерма, соотвѣтствующая 80°, показываетъ ясно выраженное искривленіе. Въ дальнѣйшихъ изотермахъ это искривленіе становится тѣмъ болѣе замѣтнымъ, чѣмъ ниже температура. Однако не слѣдуетъ забывать, что при графическомъ нанесеніи логариѳмовъ лѣвыя части кривыхъ, соотвѣтствующія малымъ давленіямъ, оказываются раздвинутыми, и въ эту область малыхъ давленій падаетъ искривленіе изотермъ. Для бо́льшей же области давленій, начиная приблизительно отъ $p = 10$ cm. линіи проходятъ достаточно прямо, и мы въ правѣ примѣнить къ нимъ выведенныя выше формулы (2) и (3).

Замѣчательна изотерма для —76.5°. Какъ видно изъ чертежа (10) и соотвѣтственной таблицы (опытъ XV), при адсорпціи 2.25 ccm. углекислоты 1 g-омъ угля давленіе еще неизмѣримо мало. Даже при поглощеніи 15 ccm. газа оно равняется только 0.03 cm. Но уже начиная съ давленія $p = 4$ cm. кривая идетъ совершенно полого, и количества газа, адсорбированныя въ этой области, оказываются сравнительно очень малыми. Благодаря этому изотерма

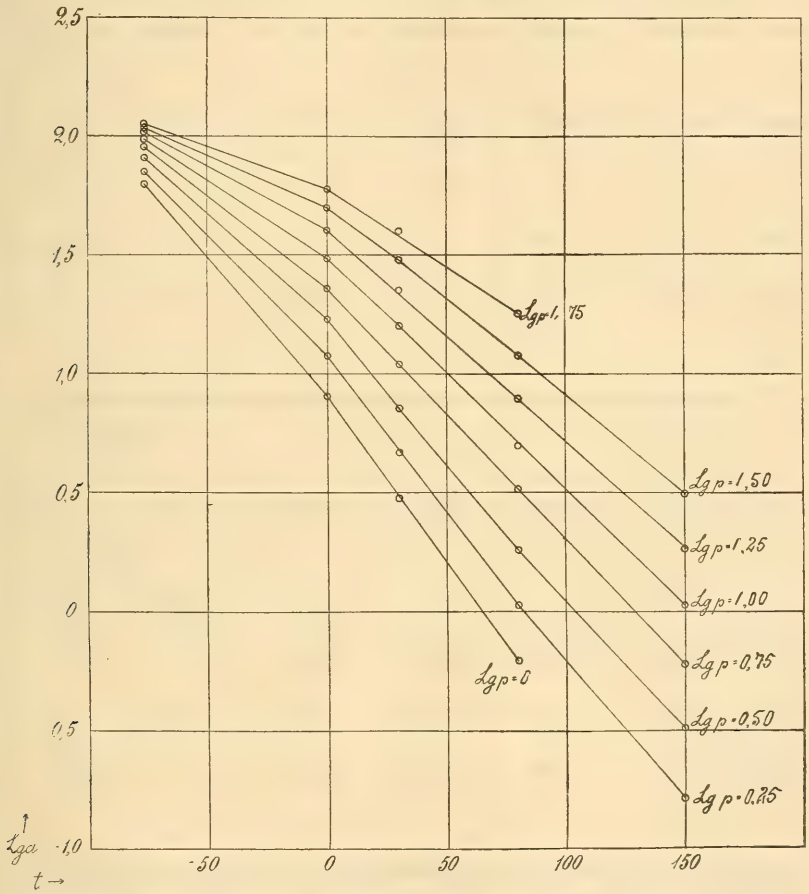


Фиг. 10.

является сильно искривленной. Въ теоретической части мы вернемся къ этому явленію.

Если нанести изобары по вышеописанному методу, то получится фиг. 11. Нанесенныя линіи соотвѣтствуютъ (начиная снизу) давленіемъ: $\mathrm{Lg}\,p = 0$; $\mathrm{Lg}\,p = 0.25$; $\mathrm{Lg}\,p = 0.50$; $\mathrm{Lg}\,p = 0.75$; $\mathrm{Lg}\,p = 1.00$; $\mathrm{Lg}\,p = 1.25$; $\mathrm{Lg}\,p = 1.50$ и $\mathrm{Lg}\,p = 1.75$.

Какъ видно изъ фигуры, линіи въ области температуръ отъ 0^0 до 151.5^0 проходятъ почти совершенно прямо и расходятся вѣерообразно съ повышеніемъ температуры. Это расположеніе изобаръ даетъ намъ право примѣнять выведенную раньше формулу (3) и вычислять постоянныя ζ и ξ по формуламъ (8) и (9).



Фиг. 11.

Если изъ таблицъ XI и XIV взять среднія значенія $\frac{1}{n}$, при чемъ при вычисленіи этихъ среднихъ величинъ отбросить неточныя величины $\frac{1}{n}$ для давленій ниже 5 cm., то для температуръ отъ 0^0 до 151.5^0 вычисленіе даетъ: $\zeta = 0.01337$, $\xi = 0.0038$.

Если эти значенія подставить въ формулу (3), то мы получимъ слѣдующія значенія для a при разныхъ давленіяхъ и температурахъ.

	$p = 3.162$ cm.		$p = 5.623$ cm.		$p = 10.000$ cm.	
t^0.	a найден.	a вычисл.	a найден.	a вычисл.	a найден.	a вычисл.
0^0	16.94	15.74	22.80	—	30.41	—
30^0	7.13	—	10.94	11.02	15.85	15.70
80^0	1.81	1.90	3.24	3.28	4.96	5.21
151.5^0	0.32	0.29	0.60	0.58	1.06	1.08

	$p = 17.78$ cm.		$p = 31.62$ cm.		$p = 56.23$ cm.	
t^0.	a найден.	a вычисл.	a найден.	a вычисл.	a найден.	a вычисл.
0^0	40.18	—	50.12	—	60.26	63.33
30^0	22.39	22.13	30.13	29.51	39.8	—
80^0	7.82	8.20	11.86	12.19	17.86	18.37
151.5^0	1.82	1.99	3.13	3.45	—	—

Принимая во вниманіе, что давленіе, а слѣдовательно и концентрація газообразной фазы, увеличивается въ 18 разъ, а температура возрастаетъ на 151.5^0, мы должны это совпаденіе вычисленныхъ и найденныхъ величинъ признать вполнѣ удовлетворительнымъ.

Для опредѣленія теплоты адсорпціи было произведено два опыта, результаты которыхъ приведены въ таблицахъ XVI и XVII (стр. 312—315), а также въ нижеслѣдующей таблицѣ:

	№№	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
		p (окончат. давленіе).	Темп. введен. газа.	*m*.	Теплоемк. введ. газа.	Показ. калор. испр. въ *cm*.	Выдѣл. тепло въ калоріяхъ	Теплота адсорпц. Q.	Поглощ. колич. газа въ *ccm*.	Теплота адс. 1 *ccm*. газа *q*.
Опытъ XVI.	1	0.24	17.3	25.220	0.173	4.00	8.868	8.695	25.027	0.3474
	2	1.77	18.3	96.000	0.694	14.19	31.459	30.765	94.772	0.3246
	3	8.59	19.0	187.417	1.466	25.84	57.287	55.821	181.943	0.3068
	4	18.94	19.5	141.295	1.059	18.43	40.859	39.800	132.997	0.2992
	5	33.53	19.4	118.386	0.859	14.41	31.947	31.088	106.515	0.2919
	6	45.26	19.5	69.153	0.493	7.56	16.761	16.268	59.670	0·2726
Опытъ XVII.	1	0.22	17.3	24.436	0.168	3.85	8.535	8.367	24.259	0.3449
	2	1.87	18.3	97.191	0.702	14.32	31.747	31.045	95.768	0.3242
	3	5.51	18.9	121.970	0.907	16.85	37.356	36.449	119.350	0.3054
	4	12.21	19.4	120.847	0.907	15.99	35.450	34.543	115.247	0.2997
	5	22.93	19.3	119.925	0.882	15.15	33.588	32.706	111.303	0.2939
	6	33.77	19.1	82.467	0.587	9.97	22.103	21.516	74.706	0.2919
	7	47.13	18.7	75.349	0.513	7.99	17.714	17.201	64.601	(0.2663)
	8	60.55	18.5	60.499	0.400	6.63	14.699	14.299	49.902	0.2865
	9	73.09	18.3	47.205	0.298	4.85	10.752	10.454	36.849	0.2837

Опытъ XVI доведенъ только до 45.26 cm. давленія, такъ какъ въ бюретку случайно попалъ воздухъ, и опытъ пришлось прекратить. Значенія, полученныя для теплотъ адсорпціи q въ обоихъ опытахъ, прекрасно совпадаютъ между собой. Значеніе q (строка 7 опыта XVII), заключенное въ скобки, является, очевидно, ошибочнымъ и поэтому не можетъ быть принято въ расчетъ при вычисленіяхъ.

Въ общемъ, совпаденіе полученныхъ величинъ гораздо лучше, чѣмъ при адсорпціи азота, что объясняется значительно бо́льшимъ тепловымъ эффектомъ. Ясно замѣтно уменьшеніе теплоты адсорпціи съ возрастаніемъ давленія, какъ это и должно слѣдовать изъ формулы (11).

Найденныя значенія хорошо совпадаютъ съ величинами теплоты адсорпціи, найденными Chappuis[1]) для бересклетоваго угля. Найденная имъ средняя величина $q = 0.3162$ cal., найденная нами въ опытѣ XVI $q = 0.3071$, въ опытѣ XVII $q = 0.3038$.

Изъ опытовъ Chappuis совсѣмъ не видно пониженія значеній q съ возрастаніемъ давленія, что происходитъ отчасти оттого, что онъ беретъ значительно бо́льшіе интервалы давленій для каждаго наблюденія.

Чтобъ вычислить теплоту адсорпціи по той же формулѣ (11), которую мы примѣнили въ случаѣ азота, возьмемъ данныя для 30° и 0° изъ опытовъ XIII и XVII. Въ средней области изотермъ находимъ:

Для 30° въ предѣлахъ давленій

$$p = 13.85 \text{ cm. и } p = 49.81 \text{ cm. } \frac{1}{n} = 0.503,$$

для 0° въ предѣлахъ давленій

$$p = 22.93 \text{ cm. и } p = 47.13 \text{ cm. } \frac{1}{n} = 0.360.$$

Въ формулу мы вставляемъ $p = 35.03$ (среднее изъ двухъ послѣднихъ цифръ).

Отсюда вычисляется $\xi = \frac{0.503 - 0.360}{30} = 0.00477$. Для вычис-

[1]) Wied. Ann. 19, 27.

ленія ζ мы попрежнему беремъ значенія $Lg\,\alpha$ непосредственно изъ діаграммы (фиг. 10):

$$\text{для } 0^0 \ldots . Lg\,\alpha = 0.902$$
$$\text{„ } 30^0 \ldots . Lg\,\alpha = 0.476;$$

отсюда $$\zeta = -\frac{d\,Lg\,\alpha}{30} = 0.0142.$$

Если мы найдемъ α вычисленіемъ, подставивъ приведенныя выше значенія $\frac{1}{n}$ въ формулу (2), то получимъ другія значенія α, но величина ζ отъ этого не измѣнится, такъ какъ обѣ изотермы изогнуты одинаково, а именно:

изъ опыта XVII для давлен. 22.93 — 47.13 cm. вычисл. $\alpha = 1.1539$
„ „ XIII „ „ 13.85 — 49.81 cm. „ $\alpha = 0.7274$.

Отсюда $\zeta = \frac{0.4265}{30} = 0.0142$, т.-е. то же число, что и выше.

Подстановкой этихъ величинъ въ формулу (11) получаемъ:

$$q = \frac{1.99 \times 273^2 (0.0142 - 0.00477 \text{ Lg } 35.03)}{0.4343 \times 22400 \times 0.360} = 0.2894 \text{ cal.}$$

Изъ опыта XVII средняя величина для той же области давленій найдена: $q = 0.2908$ cal., т.-е. почти тождественное число.

XI.

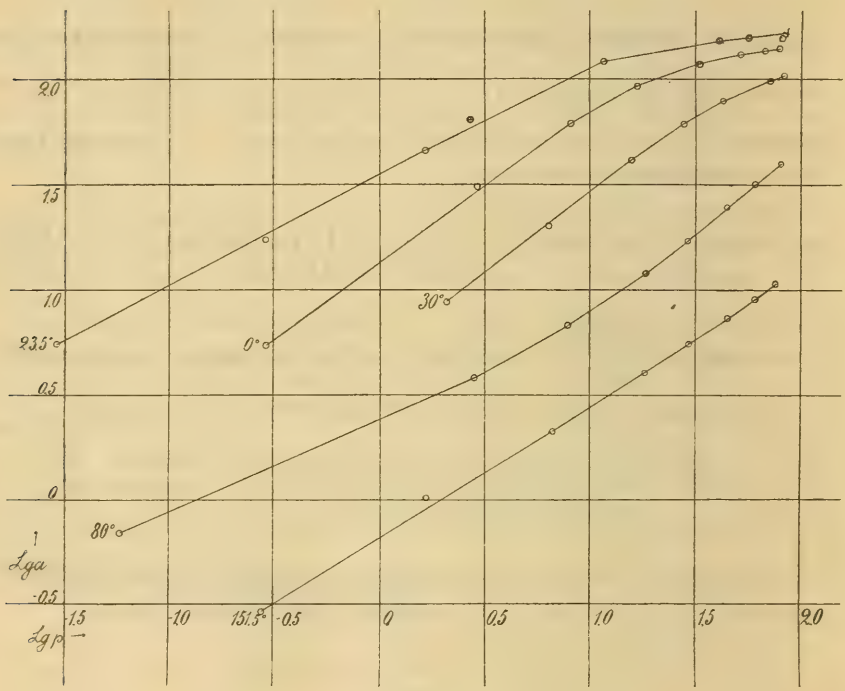
Адсорпція амміака и теплота адсорпціи.

Изъ всѣхъ изслѣдованныхъ нами газовъ амміакъ адсорбируется углемъ наиболѣе сильно. При 0^0 и 10 cm. давленія 1 g. угля адсорбируетъ 71 ccm. амміака, т.-е. въ 2.3 раза больше, чѣмъ углекислоты, и въ 315 разъ больше, чѣмъ водорода. Въ виду этого для опытовъ бралось значительно меньшее количество угля и всѣ они производились въ одномъ и томъ же маломъ сосудѣ.

Результаты измѣреній изложены въ таблицахъ XVIII—XXIV (стр. 316—329).

При 0° сдѣлано два опыта одновременно съ измѣреніемъ теплоты адсорпціи въ калориметрѣ. Данныя обоихъ опытовъ очень хорошо совпадаютъ между собою. Діаграмма изотермъ представлена на фиг. 12.

Для 0° данныя нанесены изъ опыта XXII. Для температуры



Фиг. 12.

—23.5° данныя изъ опыта XXIII нанесены въ видѣ кружковъ, изъ опыта XXIV въ видѣ крестовъ. При этой температурѣ сдѣлано два опыта, такъ какъ внезапное сильное возрастаніе давленія (строка 5 опыта XXIII) заставило предположить, что въ приборъ для добыванія газа, изъ котораго была взята необходимая для этого измѣренія порція амміака, какъ-нибудь попалъ воздухъ и это рѣзко измѣнило ходъ адсорпціи. Но такое же рѣзкое возра-

станіе давленія повторилось и при слѣдующемъ опытѣ XXIV, сдѣланномъ съ меньшимъ количествомъ угля и въ тѣхъ же предѣлахъ давленія. Это указываетъ, что въ области, лежащей нѣсколько выше 12 cm. давленія, происходитъ рѣзкій перегибъ изотермы: при болѣе низкихъ давленіяхъ поглощеніе очень сильно, при болѣе высокихъ оно становится незначительнымъ, и кривая изотермы идетъ почти параллельно оси абсциссъ. Та же картина наблюдается и при 0°. Здѣсь этотъ перегибъ находится въ области между 1.2 и 1.5, считая по оси абсциссъ, соотвѣтствующей давленіямъ отъ 16.10 — 31.92 cm. У изотермы 30° замѣчается меньшій изгибъ въ предѣлахъ давленія 40.80 — 67.90 cm. Изотермы 80° и 151.5° представляютъ собой почти прямыя линіи.

Необычнымъ является то, что значеніе $\frac{1}{n}$ для $80^0 = 0.7858$, а для 151.5^0 $\frac{1}{n} = 0.685$. Это противорѣчитъ правилу, наблюдавшемуся во всѣхъ остальныхъ случаяхъ, гдѣ $\frac{1}{n}$ растетъ вмѣстѣ съ возрастаніемъ температуры. Очевидно, что въ одномъ изъ этихъ двухъ опытовъ благодаря какой-либо ошибкѣ получились невѣрные результаты.

Для опредѣленія теплоты адсорпціи были произведены два опыта XXI и XXII. Результаты ихъ приведены въ соотвѣтствующихъ таблицахъ приложенія (стр. 322—325), а также въ нижеслѣдующей таблицѣ (стр. 260).

Величины q, полученныя изъ обоихъ опытовъ, очень хорошо совпадаютъ между собою.

Замѣчательна величина q изъ первой строки обоихъ опытовъ, относящаяся къ интервалу давленій отъ 0 до 0.29 cm. Эта величина значительно больше, чѣмъ всѣ остальныя. Здѣсь, слѣдовательно, наблюдается то же явленіе, какъ и въ случаѣ поглощенія N_2 и CO_2.

При разсмотрѣніи значеній q мы видимъ, что значенія эти ясно убываютъ въ обоихъ опытахъ до давленія = 31.90 cm. Это убываніе вполнѣ соотвѣтствуетъ требованіямъ термодинамики и находитъ себѣ выраженіе въ нашей формулѣ (11), гдѣ числитель уменьшается при увеличеніи Lgp. Но при давленіяхъ бо́льшихъ, чѣмъ 31.9 cm., значенія q опять начинаютъ правильно возрастать, и хотя

	№№	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
		p (окончат. давленіе).	Темп. введен. газа.	*m*.	Теплоемк. введ. газа	Показ. калор. испр. въ *ст*.	Выдѣл. тепло въ калоріяхъ.	Теплота адсорпц. Q.	Поглощ. колич. газа въ *сст*.	Теплота адс. 1 *сст*. газа *q*.
Опытъ XXI.	1	0.26	18.4	21.094	0.147	4.78	10.597	10.450	20.872	0.5007
	2	2.91	18.6	96.512	0.688	17.12	37.955	37.267	94.257	0.3954
	3	7.75	18.8	118.591	0.847	19.64	43.542	42.695	114.477	0.3730
	4	24.56	18.9	190.490	1.336	29.44	65.268	63.932	176.072	0.3631
	5	46.60	18.8	88.620	0.569	12.42	27.535	26.966	69.801	0.3863
	6	76.45	19.1	63.203	0.336	6.73	14.920	14.584	34.353	0.4245
Опытъ XXII.	1	0.29	19.1	20.605	0.152	4.69	10.398	10.246	20.358	0.5033
	2	2.88	19.2	95.382	0.701	16.34	36.226	35.525	93.185	0.3812
	3	7.87	19.5	118.182	0.875	18.88	41.857	40.982	113.843	0.3600
	4	16.10	19.6	119.472	0.879	18.15	40.239	39.360	112.563	0.3497
	5	31.92	19.4	109.217	0.7645	15.55	34.474	33.710	95.764	0.3520
	6	49.00	19.3	57.124	0.366	7.34	16.273	15.907	42.618	0.3740
	7	63.64	19.3	32.877	0.191	3.59	7.959	7.768	20.115	0.3860
	8	74.67	19.1	22.211	0.128	2.36	5.232	5.104	13.125	0.3890

это возрастаніе различно въ обоихъ опытахъ, но присутствіе его несомнѣнно. Въ послѣдней главѣ мы попытаемся дать объясненіе этого явленія въ связи съ искривленіемъ изотермъ.

Очень интересно, что найденныя въ моихъ опытахъ теплоты адсорпціи амміака хорошо совпадаютъ съ числами, полученными въ работѣ Chappuis [1]), какъ это видно изъ слѣдующей таблицы:

Chappuis, опытъ III.			Титовъ, опытъ XXII.		
Начальное давленіе въ cm.	Конечное давленіе въ cm.	q.	Начальное давленіе въ cm.	Конечное давленіе въ cm.	q.
0.00	1.02	0.4910	0.00	0.29	0.5033
1.02	3.02	0.3989	0.29	2.88	0.3812
3.02	6.80	0.3586	2.88	7.87	0.3600
6.80	12.25	0.3701	7.87	16.10	0.3497
12.25	22.25	0.3630	16.10	31.92	0.3520
22.25	43.55	0.3488	31.92	49.00	0.3740
43.55	63.75	0.3298	49.00	63.64	0.3860

При этомъ не слѣдуетъ забывать, что Chappuis работалъ съ углемъ изъ бересклета, который имѣетъ совершенно другую структуру и плотность, чѣмъ употреблявшійся въ моихъ опытахъ уголь кокосоваго орѣха. Величины адсорпціи a, вычисленныя на 1 g. угля, у Chappuis приблизительно на 30—50% больше найденныхъ мною.

Если мы станемъ вычислять теплоту адсорпціи изъ температурнаго коэффиціента адсорпціи, какъ дѣлали это выше, то передъ нами встанетъ затрудненіе, происходящее отъ перегиба изотермъ. Поэтому мы должны пользоваться той частью изотермъ, гдѣ этотъ перегибъ не такъ сильно выраженъ (до 32 cm. давленія). Вели-

---

[1]) Wied. Ann. **19**, 29 (1883).

чины α находятся посредствомъ вычисленія подстановкой величинъ $\frac{1}{n}$, p и α въ формулу (2). $Lg\,\alpha = Lg\,p - \frac{1}{n} Lg\,\alpha$.

Для 0^0 въ области давленій отъ $p = 7.87$ cm. до $p = 31.92$ cm. (опытъ XXII) средняя величина $\frac{1}{n} = 0.3897$; средняя величина $\alpha = 1.4479$; средняя величина $p = 19.9$.

Для 30^0 мы беремъ соотвѣтственную область давленій изъ опыта XX отъ $p = 15.23$ cm. до $p = 26.91$ cm. Для этихъ предѣловъ находимъ:

$$\frac{1}{n} = 0.6859;\ Lg\,\alpha = 0.7974.$$

Отсюда вычисляется

$$\zeta = -\frac{d\,Lg\,\alpha}{dt} = \frac{1.4479 - 0.7974}{30} = 0.02168;$$

$$\xi = \frac{d\,\frac{1}{n}}{dt} = \frac{0.6859 - 0.3897}{30} = 0.00987.$$

Если подставить эти значенія въ уравненіе (11), то мы получимъ:

$$q = \frac{1.99 \times 273^2 (0{,}02168 - 0.00987\ Lg\,19.9)}{22400 \times 0.4343 \times 0.3897} = 0.3466 \text{ cal.}$$

Такъ какъ при вычисленіи значеній α былъ взятъ отрѣзокъ изотермы, выбранный довольно произвольно, то это же вычисленіе мы попробовали сдѣлать и для бо́льшаго отрѣзка изотермы 30^0, а именно: отъ $p = 6.20$ cm. до $p = 40.82$ cm. Тогда постоянная $\zeta = 0.022523$; $\xi = 0.01015$. Вычисленіе даетъ: $q = 0.3654$ cal.

Изъ опыта XXII для той же области давленій была найдена средняя величина: $q = 0.3539$ cal., т.-е. на 2% больше перваго и на 3% меньше второго вычисленнаго значенія.

XII.

Скорость адсорпціи.

Вопросъ о скорости адсорпціи газовъ твердыми тѣлами въ литературѣ разработанъ весьма мало.

Saussure [1]) ограничивается указаніемъ, что обычно адсорпція происходитъ очень быстро. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда она совершается очень медленно, — въ случаѣ поглощенія кислорода углемъ, — мы имѣемъ дѣло съ химическою реакціей.

Kayser [2]) указываетъ, что при адсорпціи воздуха углемъ въ нѣсколько секундъ адсорбируется 90% всего газа.

Travers [3]) говоритъ, что при —78° адсорпція углекислоты заканчивается въ нѣсколько минутъ, при 100° она идетъ медленнѣе. При адсорпціи водорода при температурѣ жидкаго воздуха равновѣсіе *иногда* наступаетъ черезъ нѣсколько часовъ.

Количественно скорость адсорпціи была измѣрена Giesen'омъ [4]). Его опыты надъ адсорпціей углекислоты углемъ при комнатной температурѣ показываютъ, что въ теченіе часа адсорбировано 97%, черезъ 3 часа наступаетъ равновѣсіе. Къ сожалѣнію, опыты были поставлены не систематически и служили главнымъ образомъ иллюстраціей чувствительности измѣрительнаго прибора (микровѣсовъ Сальвіони).

Въ самое послѣднее время вопросъ о скорости адсорпціи былъ поднятъ Mc. Bain'омъ, который пытается изученіе скорости примѣнить къ объясненію механизма адсорпціи. Въ слѣдующей главѣ мы будемъ имѣть случай коснуться его работы.

Въ рамки настоящей работы изслѣдованіе вопроса о скорости первоначально не входило. Насъ интересовало только изученіе равновѣсія между адсорбированнымъ газомъ и неадсорбированной его частью, и при конструированіи прибора и расположеніи опыта мы совершенно не ставили вопроса о самой скорости адсорпціи.

---

1) L. c.

2) Kayser. Wied. Ann. **12**, 536.

3) Travers. L. c. p. 14.

4) Drude's Ann. d. Phys. **10**, 838 (1903).

Первые изслѣдованные нами газы—углекислота и водородъ—вполнѣ подтвердили вышеприведенныя указанія на значительную скорость адсорпціи. Газы эти адсорбировались настолько быстро, что почти во всѣхъ опытахъ въ теченіе 20 минутъ адсорпція большею частью заканчивалась. Лишь при большихъ давленіяхъ приходилось ждать нѣсколько дольше. Опыты съ азотомъ показали, что здѣсь адсорпція идетъ значительно медленнѣе. За исключеніемъ области самыхъ малыхъ давленій, даже послѣ часа съ начала опыта происходило нѣкоторое поглощеніе газа. Поэтому при производствѣ опытовъ съ азотомъ была приблизительно опредѣлена скорость адсорпціи этого газа.

Съ этой цѣлью въ теченіе опыта въ опредѣленные промежутки времени отмѣчалось положеніе ртути въ обѣихъ трубкахъ r_1 и r_2, откуда можно было вычислить давленіе газа въ реакціонномъ сосудѣ въ данный моментъ. Но такъ какъ сосудъ въ первой серіи опытовъ вмѣстѣ съ соединительными трубками вмѣщалъ около 180 ccm., то манометръ при медленной адсорпціи былъ недостаточно чувствителенъ. Поэтому данныя, полученныя для азота при разныхъ температурахъ, слишкомъ неточны. Впослѣдствіи реакціонный сосудъ былъ значительно уменьшенъ въ своихъ размѣрахъ, благодаря чему точность отсчетовъ увеличилась.

Ниже мы приводимъ данныя параллельныхъ опытовъ, хорошо иллюстрирующія повторяемость полученныхъ результатовъ.

Въ общемъ измѣреніе скорости адсорпціи велось лишь попутно, поскольку оно было возможно при изслѣдованіи, изложенномъ въ предыдущихъ главахъ. Оно ни въ какомъ случаѣ не можетъ считаться законченнымъ, и противъ нѣкоторыхъ частностей приведенныхъ ниже результатовъ могутъ возникнуть возраженія. Въ ближайшемъ будущемъ намѣчено самостоятельное изслѣдованіе этого вопроса съ тѣмъ же матеріаломъ.

Однако мы считаемъ не лишнимъ уже теперь сообщить тѣ данныя, которыя нами получены, въ виду ихъ большого интереса и потому, что они дополняютъ собой отвѣтъ на вопросъ, поскольку въ вышеприведенныхъ результатахъ мы имѣемъ дѣло съ дѣйствительнымъ равновѣсіемъ.

Мы уже указывали, что послѣ введенія порціи газа, въ зависимости отъ газа и температуры, приходилось ждать отъ 30—120 минутъ до наступленія равновѣсія. Наиболѣе медленно адсорби-

ровался азотъ. Поэтому, чтобы выяснить ту максимальную ошибку, которая происходитъ отъ преждевременнаго окончанія опыта, реакціонный сосудъ послѣ внесенія послѣдней порціи газа оставался въ соединеніи съ газовой бюреткой въ теченіе 12 часовъ. По истеченіи этого времени въ продолженіе часа нельзя было замѣтить ни малѣйшаго измѣненія давленія, то-есть, адсорпція дѣйствительно была закончена. Результаты трехъ опытовъ съ азотомъ при разныхъ температурахъ приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Опытъ.	T.	p.	адсорб. послѣ 12 часовъ.	адсорб. черезъ 90 мин. послѣ посл. опыта.	%.
V	80°	75.19	116.863	110.072	94.2
VI	30°	74.52	268.664	265.013	98.6
VII	0°	75.08	472.152	455.734	96.5

Мы взяли крайній случай, то-есть наиболѣе медленно адсорбируемый газъ. Въ этомъ случаѣ наибольшая ошибка 5.8%. Если эти результаты нанести въ діаграмму изотермъ, то общій характеръ ихъ нисколько не измѣнится, получится лишь нѣкоторое выпрямленіе ихъ, то-есть еще лучшее совпаденіе съ предложенной выше формулой.

Вычисленіе скорости адсорпціи производилось слѣдующимъ образомъ: зная по отсчету r_1 и r_2 давленіе въ реакціонномъ сосудѣ въ данный моментъ, мы вычисляли δp—избытокъ этого давленія надъ окончательнымъ давленіемъ газа въ данномъ опытѣ—p. (Такъ какъ величины δp не превосходятъ нѣсколькихъ сантиметровъ, то при вычисленіяхъ не дѣлалось поправки на расширеніе ртути.) Если R—приведенный объемъ остатка въ реакціонномъ сосудѣ по окончаніи адсорпціи (столбецъ XIV таблицъ), то $\frac{\delta p}{p} \cdot R$ есть недопоглощенное въ данный моментъ количество газа, выраженное въ ccm. при 0° и 76 cm. давленія.

Мы уже говорили, что измѣренія скорости производились попутно. Поэтому количества газа, адсорбированныя въ каждомъ опытѣ, значительно мѣнялись, и сравненіе остатковъ не дало бы представленія о скорости адсорпціи. Но если мы выразимъ недопоглощенное количество въ процентахъ всего адсорбированнаго

въ данномъ опытѣ газа, то получимъ сравнимыя величины. Адсорбированное количество A находится изъ двухъ смежныхъ величинъ столбца XVI вычитаніемъ.

Величина $r = \frac{100 . R \delta p}{A . p}$ есть недопоглощенное въ данный моментъ количество газа, выраженное въ процентахъ.

Если сравнить между собою вычисленныя такимъ образомъ величины r для одного и того же момента, считая съ начала опыта, то мы получимъ представленіе о скорости адсорпціи въ данномъ опытѣ.

Наиболѣе подробно скорость адсорпціи была измѣрена такимъ образомъ у амміака. Результаты приведены въ слѣдующихъ таблицахъ. Первый столбецъ указываетъ время съ начала опыта въ минутахъ. Въ слѣдующихъ столбцахъ приведены величины r, т.-е. недопоглощенныя количества, выраженныя въ процентахъ A.

Опытъ XVIII.

NH_3 при 151.5°. Вѣсъ угля = 8.301 g.

$A =$		2.456	6.018	8.925	15.622	12.426	14.354	13.743	13.321
$p =$		0.28	1.66	6.48	17.62	28.60	43.27	57.68	72.18
Время въ минутахъ.	1	6.26	9.25	12.83	5.12	9.68	7.22	11.41	11.48
	2	4.17	6.82	9.85	2.68	8.09	5.32	9.53	8.89
	4	3.58	4.75	8.45	1.78	6.91	3.79	7.93	7.23
	7	0.89	3.89		1.45	6.08	2.87	7.18	6.46
	10	0.30	3.16	6.07	0.99	5.67	2.56	6.64	5.96 (11 m).
	15		2.31	4.77	0.47	5.02		5.89	
	20	0.00	1.70	4.18		4.55		5.09	5.02 (21 m).

Опытъ XIX.

NH_3 при 80⁰. Вѣсъ угля = 8.301 *g*.

$A =$	5.819	25.582	24.382	42.778	41.344	59.581	58.568	62.285
$p =$	0.06	2.78	7.62	17.72	27.96	43.12	58.23	76.29
Время въ минутахъ. 1	1.98	6.89	5.14	6.76	9.06	12.24	14.89	
2	1.05	3.17	3.01	4.38	6.06	8.68	11.30	13.24
4	0.53	1.90	1.59	2.44	3.44	5.46	7.37	8.00
7	0.13	0.94	1.08	1.48	2.26	3.70	4.83	5.07
10	0.00	0.76	0.95	1.21	1.83	2.96		4.06
15		0.51	0.67	0.98	1.48	2.58		3.45
20		0.36	0.57	0.87	1.23	2.31		3.17

Опытъ XX.

NH_3 при 30⁰. Вѣсъ угля = 4.2349 *gr*.

$A =$	11.091	25.500	47.321	87.303	82.945	71.783	77.518	24.703
$p =$	0.12	2.05	6.20	15.13	26.91	40.82	67.90	78.54
Время въ минутахъ. 1	5.26	7.89	10.94	17.03	21.52	25.23		
2	2.55	4.65	6.46	11.31	14.66	18.63		24.33
4	1.20	2.06	3.26	5.74	7.68	10.03		15.90
7	0.75 (7½ m.)	1.11	1.78	2.97	4.02		16.19 (6 m.)	
8						4.76	10.30	8.47
10	0.45	0.79	1.27	2.03	2.57	3.74	6.97	6.61
15	0.15	0.46	0.92	1.53	1.74	2.48	3.82 (14 m)	4.54
20	0.08	0.33	0.72	1.29	1.42	1.96	2.23	3.68

Опытъ XXII.

NH_3 при 0^0. Вѣсъ угля = 3.7651 *g*.

$A =$		20.358	93.185	113.843	112.563	95.764	42.618	20.115	13.125
$p =$		0.29	2.88	7.87	16.10	31.92	49.00	63.64	74.67
Время въ минутахъ.	1	2.72					27.43		
	2	1.59	4.33	8.12	12.55	16.95	20.35	22.87	27.02
	4	0.75	1.48	3.07	5.70	9.16	11.53	15.30	
	6	0.42	0.76	1.56	3.17	5.59	7.66	11.27	16.72
	8	0.25	0.50	0.95	1.97		5.23	8.67	
	10	0.13	0.39	0.66	1.41	2.49	3.91	7.27	
	15	0.00	0.30	0.39	0.88	1.39	2.43	5.40	
	20		0.18	0.26	0.68	1.00	1.76		

Всего менѣе правильностей замѣчается въ опытѣ XVIII при 151.5^0. Въ остальныхъ трехъ опытахъ мы находимъ съ возрастаніемъ давленія увеличеніе величинъ r, находящихся въ одной строчкѣ. Слѣдовательно, *первыя порціи газа адсорбируются наиболѣе быстро; съ увеличеніемъ давленія скорость адсорпціи правильно убываетъ.*

Это измѣненіе скорости съ давленіемъ тѣмъ больше, чѣмъ ниже температура. Что касается зависимости скорости адсорпціи отъ температуры, то при сравненіи данныхъ для одинаковыхъ давленій мы видимъ, что первыя порціи газа адсорбируются почти одинаково быстро. При бо́льшихъ давленіяхъ адсорпція идетъ тѣмъ медленнѣе, чѣмъ ниже температура.

Но совсѣмъ иная картина получилась бы, если бы мы стали сравнивать не величины r, а абсолютныя количества, адсорбированныя при данной температурѣ однимъ и тѣмъ же количествомъ угля. Тогда оказалось бы, что при низкихъ температурахъ адсорпція идетъ неизмѣримо быстрѣе, чѣмъ при высокихъ. Къ этому заключенію пришелъ и Travers. Онъ указываетъ [1]), какъ уже было

[1]) L. c. p. 14.

упомянуто, что при —78° углекислота адсорбируется очень быстро, при 100°—довольно медленно. Изъ дальнѣйшаго описанія его опыта видно, что онъ сравнивалъ время, потребное для адсорпціи одного и того же количества газа, а именно 5.72 ccm., на 1.4 g. угля, при чемъ окончательное давленіе при —78° было = 0.2 mm., при 100° = 420 mm.

Тотъ же авторъ указываетъ, что при температурѣ жидкаго воздуха адсорпція водорода продолжалась нѣсколько часовъ. Въ этомъ случаѣ его измѣренія касаются давленій около 1 Atm. Изъ этого видно, что результаты совершенно искажаются благодаря большой разницѣ окончательныхъ давленій.

Выше мы уже упоминали, что скорость адсорпціи азота при разныхъ температурахъ была изслѣдована очень неточно. Поэтому мы не приводимъ цифръ, полученныхъ изъ отдѣльныхъ опытовъ съ этимъ газомъ, и ограничиваемся лишь нѣсколькими общими замѣчаніями.

Въ предѣлахъ температуръ выше 0° замѣчается весьма малое измѣненіе величинъ r въ зависимости отъ давленія и температуры. Лишь при —79° картина мѣняется, и мы имѣемъ быстрый ходъ адсорпціи при первыхъ порціяхъ и очень замедленный—при послѣднихъ.

Наиболѣе интереснымъ являлось сравненіе скоростей адсорпціи различныхъ газовъ. Числовыхъ данныхъ по этому вопросу въ литературѣ не имѣется. Мы измѣряли скорости адсорпціи азота, углекислоты и амміака при 0°. Съ каждымъ газомъ было произведено два параллельныхъ опыта, при чемъ интервалы давленій были взяты приблизительно одинаковые.

Результаты измѣреній приведены въ слѣдующихъ таблицахъ. Для большей наглядности рядомъ поставлены величины изъ двухъ параллельныхъ опытовъ, относящіяся къ одинаковымъ давленіямъ. Первая строка каждаго столбца указываетъ номеръ даннаго опыта (соотвѣтственно номерацiи ихъ въ таблицахъ приложенія), вторая строка—все адсорбированное количество газа; третья—окончательное давленіе.

Величины r вычислены вышеприведеннымъ способомъ.

N_2 при 0°.

Опытъ.	IX	X	IX	X	IX	X	IX	X	IX	X	IX	X
$A =$	2.747	2.730	21.040	20.383	20.762	20.835	32.884	32.221	30.043	29.706	31.172	32.442
$p =$	1.02	1.11	9.08	9.25	17.73	18 16	34.35	34.10	53.12	51.76	74.74	75.04
Время въ минутахъ. 1/4		36.16										
1/2	28.65		28.18	28.35	32.48							
1	22.21	21.34	22.46	26.49	26.32	23.99		26.91	30.06	26.86		
2	16.37	15.41	17.85	16.67	20.40	18.38	20.55	20.43	23.75	20.56	27.75	23.18
4	12.28	10.37	13.24	11.88	14.75	13.66	14.86	15.14	18.06	15.42	18.81	16.07
7	7.89	6.82	9.56	8.63	10.95	9.94	11.14	11.52	12.08	12.12	13.96	12.46
10	6.72	4.45	7.60	6.57	9.10	8.24	9.14	9.78	10.09	10.04	12.69	10.42
15	5.23		5.76			5.92				8.09		8.15
16		3.85					6.63					
20		2.67	4.57	3.72		5.07				6.74		6.60
	40 m.	30 m.	90 m.	60 m.	100 m.	70 m.	60 m.	90 m.	100 m.	100 m.	110 m.	90 m.

CO_2 при 0°

Опыть:	XVI	XVII	XVI	XVII	XVI	XVII	XVII	XVI	XVII	XVI	XVII	XVI	XVII	XVII	XVII
$A =$	25.027	24.259	94.772	96.232	181.943	119.350	115.247	132.997	111.303	106.515	73.706	59.670	64.601	49.902	36.849
$p =$	0.24	0.22	1.77	1.87	8.59	5.51	12.21	18.94	22.93	33.53	33.77	45.26	47.13	60.55	73.09
Время въ минутахъ. 1	1.83						8.43		11.42		13.43	17.03	16.25	18.06	
1.5				2.52		4.10									16.53
2		1.03	1.84				4.98		7.37	11.18	9.29		10.73	13.22	14.13
3	0.61	0.73		1.32		2.16						8.17			
4			0.86				2.48		3.79	5.38	4.82		6.28	7.74	9.93
5	0.35	0.46		0.72	0.78	1.33		3.80							
6												4.17			
7			0.42	0.49			1.19		1.90	2.46	2.49		3.13	4.35	5.82
8		0.33				0.76									
9								1.43							
10	0.10	0.23	0.30	0.34		0.62	0.73		1.09	1.37	1.51	2.11	1.72	2.62	3.43
15			0.19		0.32	0.43	0.43		0.64		0.85		0.92	1.41	2.10
16		0.13													
19								0.42							
20	0.00	0.07	0.13	0.14		0.27	0.29		0.43	0.42	0.51	0.72	0.59	1.04	1.64
		40 m.	40 m.	50 m.	70 m.	90 m.	50 m.	50 m.	50 m.	50 m.	50 m.	60 m	40 m.	50 m.	60 m.

NH_3 при 0°.

Опытъ.	XXI	XXII	XXI	XXII	XXI	XXII	XXI	XXII	XXII	XXI	XXII	XXII	XXI	XXII
A =	20.872	20.358	94.257	93.185	114.477	113.843	176.072	112.563	95.764	69.801	42.618	20.115	24.353	13.125
P =	0.26	0.29	2.91	2.88	7.75	7.87	24.56	16.10	31.92	46.60	49.00	63.64	76.45	74.67
Время въ минутахъ. 1	2.50	2.72									27.43			
2	1.15	1.59	4.35	4.33	10.46	8.12	9.39	12.55	16.95	19.51	20.35	22.87	32.71	27.02
3		0.96	2.38	2.36		4.79				15.13		17.77	26.74	
4	0.74	0.75	1.56	1.48	4.07	3.07	5.39	5.70	9.16		11.53	15.30		
5										10.92			18.51	
6	0.41	0.42	0.79	0.76	2.09	1.56	3.22	3.17	5.59		7.66	11.27		16.72
7										6.60				
8	0.33	0.25	0.54	0.50		0.95		1.97			5.23	8.67	12.17	
9							1.84							
10	0.25	0.13	0.39	0.39	0.88	0.66		1.41	2.49	4.11	3.91	7.27	11.03	
15	0.12	0.00	0.24	0.30	0.51	0.39		0.88	1.39	2.51	2.43	5.40	7.19	
20	0.04		0.18	0.18	0.36	0.26		0.68	1.00	1.82	1.76		6.05	
	25 m.		50 m.	50 m.	50 m.	50 m.	100 m.	100 m.	80 m.	100 m.	70 m.	90 m.	145 m.	300 m.

Послѣдняя строка указываетъ, черезъ сколько минутъ былъ прекращенъ данный опытъ.

Опыты съ азотомъ и углекислотой произведены съ однимъ и тѣмъ же количествомъ угля, а именно съ 10.6124 g.; опыты съ амміакомъ—съ 3.7651 g. Изъ сравненія рядомъ стоящихъ двухъ столбцовъ, соотвѣтствующихъ одинаковымъ давленіямъ, видно, что скорости адсорпціи двухъ параллельныхъ опытовъ очень хорошо сходятся между собой.

Отмѣченное выше для амміака правило, что скорость адсорпціи сильно уменьшается при увеличеніи давленія, мы находимъ справедливымъ и для углекислоты; сравненіе цифръ одной строки показываетъ ихъ значительный ростъ слѣва направо. Но это увеличеніе для углекислоты не такъ значительно, какъ для амміака. Азотъ же почти не показываетъ замедленія адсорпціи съ увеличеніемъ давленія. Начиная съ самыхъ малыхъ давленій, этотъ газъ адсорбируется сравнительно медленно.

Въ общемъ мы можемъ сказать, что измѣненіе въ скорости адсорпціи съ увеличеніемъ давленія тѣмъ значительнѣе, чѣмъ меньше постоянная $\frac{1}{n}$. Если эта постоянная приближается къ единицѣ, измѣненіе скоростей становится ничтожнымъ.

Если мы попытаемся сравнить между собою скорости адсорпціи трехъ измѣренныхъ газовъ, то получимъ разные результаты, въ зависимости отъ давленій, при которыхъ мы ихъ будемъ сравнивать.

Вообще говоря, наиболѣе быстро адсорбируется углекислота, всего медленнѣе—азотъ. Амміакъ находится между ними, при чемъ вслѣдствіе большой измѣняемости въ скорости его адсорпціи онъ при малыхъ давленіяхъ адсорбируется почти такъ же быстро, какъ углекислота, при большихъ—значительно медленнѣе углекислоты и почти одинаково быстро съ азотомъ. Азотъ при малыхъ давленіяхъ адсорбируется много медленнѣе остальныхъ двухъ газовъ. При среднихъ давленіяхъ около 33 cm. при 0^0 въ 4 минуты адсорбировано: $85^0/_0$ азота, $91^0/_0$ амміака, $95^0/_0$ углекислоты. Какъ видно изъ этого сопоставленія, скорость адсорпціи не находится въ прямой зависимости ни отъ поглощаемости даннаго газа, ни отъ его молекулярнаго вѣса.

Въ общемъ результаты измѣреній показываютъ еще разъ, что адсорпція идетъ чрезвычайно быстро, и тѣмъ подтверждаютъ нашъ взглядъ на явленіе поглощенія, какъ на сгущеніе газа на поверхности угля, который будетъ подробнѣе развитъ и обоснованъ въ слѣдующей главѣ.

XIII.

Теоретическіе выводы.

Хотя вышеизложенное изслѣдованіе адсорпціи простирается лишь на четыре газа, но полученные результаты даютъ возможность сдѣлать нѣкоторые общіе выводы.

Во-первыхъ, мы можемъ констатировать, что предложенныя формулы являются достаточно точнымъ выраженіемъ закономѣрностей адсорпціи.

Эти формулы слѣдующія:

формула изотермы: $a_t = \alpha p^{\frac{1}{n}}$;

общая формула: $a_t = a\ e^{-(\xi - \xi\ Lg\ p)t}$.

Формула упрощается въ случаѣ водорода, гдѣ $\frac{1}{n} = 1$, и благодаря этому общая формула принимаетъ видъ:

$$a_t = \alpha p e^{-\beta t}.$$

У остальныхъ измѣренныхъ газовъ постоянная $\frac{1}{n} < 1$, при чемъ эта величина тѣмъ меньше, чѣмъ ближе температура опыта къ температурѣ сжиженія даннаго газа.

Но формула перестаетъ быть вѣрной, когда мы приближаемся къ точкѣ сжиженія даннаго газа.

Уже при разсмотрѣніи адсорпціи углекислоты мы указывали, что изотерма при —76.5° лишь при малыхъ давленіяхъ является прямой линіей, при возрастаніи же давленія загибается и дѣлается болѣе отлогой. Это значитъ, что при увеличеніи давленія адсорбируется лишь очень немного газа.

Тотъ же изгибъ, какъ было указано въ главѣ XI, мы находимъ въ еще болѣе сильной степени у изотермъ амміака.

Если мы примемъ во вниманіе, что за исключеніемъ высшей изотермы (151.5°) опыты были произведены ниже критической температуры амміака (131°), то довольно пріемлемымъ станетъ предположеніе, что вслѣдствіе большого сжатія адсорбированнаго газа происходитъ частичное сжиженіе его. Этотъ жидкій слой, покрывающій адсорбирующую поверхность угля, измѣняетъ ее въ томъ смыслѣ, что дальнѣйшее поглощеніе значительно уменьшается.

Небольшое сравненіе полученныхъ выше цифръ подтверждаетъ это предположеніе.

Въ опытѣ XXIII при давленіи 11.22 cm., гдѣ приблизительно перегибается изотерма, на 1 g. угля было адсорбировано 119.296 ccm. амміака. Если для простоты принять, что газъ распредѣляется равномѣрно во всемъ объемѣ, занимаемомъ углемъ, то, помножая на удѣльный вѣсъ угля 1.860, мы получимъ, что въ 1 ccm. угля находится почти 222 ccm. газа. Если принять во вниманіе, что при температурѣ даннаго опыта (—23.5°) упругость пара жидкаго амміака по даннымъ Regnault = 1.57 Atm., то частичное сжиженіе адсорбированнаго газа становится весьма вѣроятнымъ.

При 0° перегибъ изотермы находится также въ томъ мѣстѣ, которое соотвѣтствуетъ поглощенію около 100 ccm. газа на 1 g. угля. Но здѣсь этотъ перегибъ не такъ ясно выраженъ, такъ какъ при этой температурѣ упругость пара жидкаго амміака = 4.19 Atm., и поэтому конденсація можетъ происходить лишь въ меньшей степени. Замѣчательно, что перегибъ изотермы и для углекислоты при —76.5° происходитъ почти при той же концентраціи адсорбированнаго газа, а именно, при 104—111 ccm. на 1 g. угля.

Упругость пара твердой углекислоты при этой температурѣ = = 1.14 Atm. [1]). На частичное сжиженіе указываетъ и то обстоятельство, что теплота адсорпціи амміака, вмѣсто того, чтобъ уменьшаться съ увеличеніемъ давленія, растетъ начиная съ давленія приблизительно 40 cm. Такъ какъ теплота сжиженія 1 ccm. амміака равна 2.25 cal., то увеличеніе теплоты адсорпціи, которое по нашимъ измѣреніямъ равняется приблизительно 0.4 cal., можетъ быть истолковано такъ, что приблизительно $^1/_5$ адсорбируемаго

[1]) Zeleny und Smith, Physik. Zeitschr. 7, 667 (1906).

амміака переходитъ въ жидкое состояніе. Для провѣрки этого предположенія намѣченъ рядъ опытовъ.

Слѣдующимъ шагомъ въ обобщеніи явленія адсорпціи было бы установленіе зависимости между величинами $\frac{1}{n}$ и a нашего уравненія и критическими величинами данныхъ газовъ. Но пока имѣющіяся данныя слишкомъ малочисленны, чтобъ установить такую зависимость. Замѣчательно, что величины a уравненія Van-der-Waals'a для разныхъ газовъ располагаются въ томъ же порядкѣ, какъ адсорбируемыя углемъ количества этихъ газовъ; если значенія нашей постоянной $Lg\,a$ принять за ординаты, а величины a (уравненія Van-der-Waals'a) за абсциссы, то получается приблизительно прямая линія.

Слѣдующая таблица даетъ представленіе о количествѣ разныхъ газовъ, адсорбированныхъ 1 g. угля при одномъ и томъ же давленіи при разныхъ температурахъ (величина a нашего уравненія).

$p = 10$ cm.

T =	— 79;	—23.5;	0;	30;	80;	151.5.
H_2	0.791	—	0.227	—	0.0607	—
N_2	15.89	—	2.344	1.178	0.4688	0.1633
CO_2	97.27 [1])	—	30.41	15.89	4.920	1.062
NH_3	—	112.20	69.02	29.24	7.960	2.770

$p = 70.5$ cm.

T =	— 79;	—23.5;	0;	30;	80;	151.5.
H_2	5.346	—	1.483	—	0.391	—
N_2	42.56	—	13.37	7.096	2.972	1.122
CO_2	115.3 [1])	—	64.57	43.65	20.32	6.194
NH_3	—	155.6	134.6	97.27	36.14	10.26

Изъ разсмотрѣнія этой таблицы мы видимъ, что при обоихъ давленіяхъ значенія a для азота при —79° и для углекислоты при 30° близко совпадаютъ между собою. Среднія значенія по-

---

[1]) Обѣ цифры для CO_2 относятся къ темп. — 76.5°.

стоянныхъ $\frac{1}{n}$, относящіяся къ тѣмъ же опытамъ, будутъ: 0.461 для азота и 0.491 для углекислоты. Если за нуль температуры примемъ точку кипѣнія даннаго газа при атмосферномъ давленіи (которая для $N_2 = -196^0$, для $CO_2 = -71^0$), то сравниваемыя температуры окажутся: для $N_2 = 117^0$, для $CO_2 = 109^0$, т.-е. очень близкими другъ къ другу. Для другихъ температуръ такого совпаденія величинъ a не получается, такъ какъ величины $\xi\left(=\frac{d\frac{1}{n}}{dt}\right)$ у обоихъ газовъ различны.

Во всякомъ случаѣ, въ настоящее время мы можемъ высказать правило, что *газы тѣмъ сильнѣе адсорбируются углемъ, чѣмъ легче они сжижаются.*

Слѣдующая таблица содержитъ среднія величины $\frac{1}{n}$ для различныхъ газовъ. Тамъ, гдѣ изотермы были слишкомъ изогнуты, приходилось пользоваться только величинами изъ средней, болѣе прямой ихъ части. Заключенное въ скобку значеніе для амміака при 151.5^0 очевидно, какъ уже указано выше, ошибочно.

Для сравненія въ первомъ столбцѣ таблицы приведены критическія температуры данныхъ газовъ.

	T =	— 79;	0;	30;	80;	151.5.
H_2	—245^0	0.972	0.968	—	0.975	—
N_2	—146^0	0.461	0.847	0.893	0.923	0.967
CO_2	31^0	0.086	0.368	0.491	0.700	0.871
NH_3	131^0	—	0.300	0.582	0.786	(0.685)

Изъ разсмотрѣнія этой таблицы видно, что величина $\frac{1}{n}$ съ возрастаніемъ температуры ассимптотически приближается къ единицѣ. Это особенно ясно изъ значеній $\frac{1}{n}$ для водорода, гдѣ величина $\frac{1}{n}$ не растетъ съ температурой [1]).

[1]) Отсюда слѣдуетъ, что выведенная выше формула (3), основанная на прямолинейномъ возрастаніи величины $\frac{1}{n}$ съ температурой, справедлива лишь

Постоянная $\frac{1}{n}$ тѣмъ раньше становится равной единицѣ, чѣмъ ниже критическая температура даннаго газа. Въ случаѣ водорода она $= 1$ уже при -79^0, для азота это наступаетъ лишь при 151.5, для углекислоты и амміака при еще болѣе высокихъ температурахъ.

Очень важнымъ результатомъ работы является провѣрка зависимости между теплотой адсорпціи и температурнымъ коэффиціентомъ. Для всѣхъ трехъ газовъ, съ которыми было произведено измѣреніе, получилось удовлетворительное совпаденіе найденной теплоты адсорпціи съ вычисленной. Слѣдовательно, если извѣстны изотермы адсорпціи какого-либо газа, то можно вычислять изъ нихъ теплоту адсорпціи, пользуясь приведенной выше формулой Freundlich'a.

Для водорода мы не произвели этого измѣренія, такъ какъ вслѣдствіе малой поглощаемости этого газа тепловой эффектъ въ калориметрѣ былъ бы слишкомъ ничтоженъ и результаты получились бы очень неточные. Изъ нашей формулы (11) эта величина можетъ быть вычислена, такъ какъ постоянныя всѣ извѣстны. $\frac{1}{n}$ мы принимаемъ равной 1, $\zeta = 0.007075$; $\xi = 0$. Отсюда вычисляется:

$$q = 0.108 \text{ cal. (при } 0^0).$$

Передъ нами встаетъ вопросъ, можемъ ли мы на основаніи имѣющихся фактовъ составить представленіе о самомъ механизмѣ адсорпціи.

Какъ извѣстно, въ настоящее время существуетъ три взгляда на это явленіе.

Первый изъ нихъ, разсматривающій адсорпцію какъ непрочное химическое соединеніе адсорбируемаго вещества съ адсорбирующимъ, не выдерживаетъ строгой критики. Представители этого воззрѣнія, чтобы не запутаться въ противорѣчіяхъ съ закономъ

тогда, когда $\frac{1}{n}$ не слишкомъ близка къ единицѣ. Въ противномъ случаѣ, какъ, напримѣръ, у азота, прямолинейной зависимости нѣтъ, поэтому формула можетъ быть примѣняема лишь въ небольшихъ предѣлахъ температуры.

дѣйствія массъ, должны дѣлать такое количество разнаго рода произвольныхъ допущеній, что явленіе адсорпціи не только не объясняется, а наоборотъ—совсѣмъ затемняется. Но если даже принять всѣ ихъ допущенія, то въ результатѣ мы должны предположить существованіе *твердыхъ химическихъ соединеній угля съ данными газами.* Количества этихъ соединеній не могутъ быть малы, такъ какъ въ нашихъ опытахъ 1 g. угля при —23.5° и атмосферномъ давленіи адсорбировалъ приблизительно 150 ccm. амміака, т.-е., 0.1144 g. и при —76.5° 120 ccm. углекислоты, т.-е. 0.236 g. Поэтому, если бъ существовало твердое химическое соединеніе, то оно легко могло бы быть открыто и отдѣлено. Этого аргумента, какъ намъ кажется, совершенно достаточно для опроверженія „химической" теоріи адсорпціи. Два другихъ взгляда считаютъ поглощеніе газа физическимъ процессомъ, для котораго недавно Mc. Bain[1]) предложилъ названіе „сорпція" (*Sorption*). Одинъ изъ этихъ взглядовъ разсматриваетъ данное явленіе, какъ раствореніе поглощеннаго газа въ поглощающемъ тѣлѣ, совершенно сходное съ раствореніемъ газовъ въ жидкостяхъ. Представители этого воззрѣнія говорятъ объ „*абсорпціи*".

Другая теорія объясняетъ поглощеніе, какъ сгущеніе газа на поверхности твердаго тѣла и называетъ это явленіе „*адсорпціей*". Согласно послѣднему взгляду газъ не распредѣляется равномѣрно во всемъ углѣ, а существуетъ нѣкоторый поверхностный слой, въ которомъ газъ находится въ наибольшей концентраціи и прилегающіе къ первому слои, гдѣ концентрація постепенно убываетъ.

Самый поверхностный слой мы можемъ представить себѣ въ видѣ раствора, гдѣ адсорбированный газъ растворенъ въ адсорбирующемъ тѣлѣ, а также, наоборотъ, послѣднее является раствореннымъ въ первомъ.

Такое сгущеніе газа на поверхности твердаго тѣла объясняется тѣмъ, что благодаря присутствію газа уменьшается поверхностное натяженіе даннаго твердаго тѣла. Тѣ тѣла, у которыхъ это измѣненіе поверхностнаго натяженія выражается сильнѣе, сгущаютъ и болѣе газовъ на своей поверхности. Слѣдовательно, величина адсорпціи зависитъ не только отъ величины поверхности, но и отъ уменьшенія поверхностнаго натяженія. Поэтому, напримѣръ, мелкіе

---

[1]) Philos. Magaz. **18**, 916 (1909); Z. physik. Chem. **68**, 471 (1910).

кристаллы, поверхностное натяженіе которыхъ вѣроятно мало измѣняется при измѣненіи давленія газа, несмотря на громадную поверхность, адсорбируютъ неизмѣримо мало газа.

При адсорпціи растворовъ твердыми тѣлами проникновеніе раствора внутрь твердаго тѣла является очень невѣроятнымъ, и въ этомъ случаѣ никто не возражаетъ противъ теоріи адсорпціи въ поверхностномъ слоѣ. Адсорпція же газовъ представляетъ полную аналогію съ адсорпціей жидкостей, а именно: 1) она совершается такъ же быстро; 2) имѣетъ такой же сравнительно небольшой температурный коэффиціентъ; 3) выражается совершенно аналогичной математической формулой. Поэтому совсѣмъ нѣтъ основаній принимать въ случаѣ адсорпціи газовъ равномѣрное распредѣленіе газа внутри адсорбирующаго тѣла и говорить о *растворѣ* газа въ твердомъ тѣлѣ.

Изслѣдованіе Mc. Bain'a[1]) объ адсорпціи водорода при —190° является прекраснымъ подтвержденіемъ правильности теоріи адсорпціи. Въ его работѣ очень остроумнымъ способомъ доказано, что въ данномъ случаѣ $86^1/_2$% всего поглощеннаго газа сгущено на поверхности.

Относительно остальныхъ $13^1/_2$% онъ держится того взгляда, что въ виду сравнительной медленности достиженія равновѣсія эта часть является „абсорбированной", то-есть равномѣрно растворенной въ углѣ. Приведенный имъ опытный матеріалъ слишкомъ неточенъ, чтобъ можно было дѣлать изъ него такіе выводы. Кромѣ того, Mc. Bain дѣлаетъ совершенно произвольное допущеніе, что адсорпція совершается моментально. Стоитъ лишь допустить, что она требуетъ для своего окончанія 10 минутъ, и всѣ расчеты Mc. Bain'a дѣлаются невѣрными, а количество „растворенного" водорода понижается до долей процента.

Результаты нашихъ опытовъ надъ скоростью адсорпціи, сообщенные въ предыдущей главѣ, показываютъ, какъ быстро поглощается большинство газа и какъ, слѣдовательно, незначителенъ второй процессъ по сравненію съ первымъ. Поэтому *мы вправѣ разсматривать адсорпцію какъ главное явленіе и должны сохранить это обозначеніе для явленія поглощенія газовъ твердыми тѣлами.*

[1]) L. c.

Общіе выводы.

1. Была измѣрена адсорпція водорода, азота, улекислоты и амміака углемъ кокосоваго орѣха въ предѣлахъ температуръ отъ 151.5° до —79°.

2. Былъ произведенъ рядъ повѣрочныхъ опытовъ, которые дали тождественные результаты.

3. Установлено, что въ предѣлахъ температуръ отъ 80° до —79° для адсорпціи водорода примѣнимъ законъ распредѣленія Henry.

4. Для трехъ другихъ изслѣдованныхъ газовъ при постоянной температурѣ справедлива формула $a_t = \alpha p_t^{\frac{1}{n}}$.

5. Для большой области температуръ и давленій количество адсорбированнаго газа удовлетворительно выражается формулой: $Lg\, a_t = Lg\, a_0 - (\zeta - \xi\, Lg\, p)\, t$, гдѣ постоянныя ζ и ξ находятся въ очень простой зависимости отъ вышеприведенныхъ двухъ постоянныхъ α и $\frac{1}{n}$.

6. Отклоненія отъ этой формулы наступаютъ при температурахъ, находящихся вблизи точки сжиженія даннаго газа.

7. Было произведено измѣреніе теплотъ адсорпціи азота, углекислоты и амміака при 0°.

8. Было произведено вычисленіе теплотъ адсорпціи изъ изотермъ адсорпціи по формулѣ, выведенной Freundlich'омъ на основаніи законовъ термодинамики:

$$q = \frac{nRT^2}{Lg\, e}\,(\zeta - \xi\, Lg\, p),$$

давшее хорошее совпаденіе съ найденными опытомъ величинами.

9. Была измѣрена скорость адсорпціи для N_2, CO_2 и NH_3.

Настоящая работа была произведена въ теченіе времени съ января 1909 года по іюнь 1910 года въ Физическомъ Институтѣ Московскаго Университета.

Опытъ I.

Водородъ при 80°

Количество угля . . . . . = 35.662 gr.

Объемъ „ . . . . . = 19.173 ccm.

Полный объемъ сосуда при 80° . . . . . = 167.907 ccm.

Свободный „ „ „ 80° . . . . . = 148.734 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 25.89 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія водорода . . $\alpha = 0.00366$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа.			
	Баромет. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Отсчит.	Исправл.	Остатокъ пред. опыта.	m.
1	74.55	17.1	16.9	2.133	2.133	0.000	2.133
2	74.52	17.2	17.7	5.899	5.441	0.073	5.368
3	74.52	17.4	17.0	9.153	8.437	0.256	8.181
4	74.52	17.6	17.1	25.707	23.681	0.536	23.145
5	74.52	18.0	17.2	30.548	28.102	1.329	26.773
6	74.52	18.3	17.2	35.118	32.272	2.254	30.018
7	74.52	18.4	17.8	55.728	51.197	3.293	47.904
8	74.53	18.5	17.4	31.212	28.668	19.227	9.441

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	73.76	73.55	1.00	1.512	0.321	0.073	1.906
2	71.20	70.99	3.53	5.343	1.129	0.256	6.728
3	67.33	67.13	7.39	11.186	2.370	0.536	14.092
4	56.38	56.21	18.31	27.716	5.870	1.329	34.915
5	43.57	43.44	31.08	47.047	9.960	2.254	59.261
6	29.21	29.12	45.40	68.724	14.549	3.293	86.566
7	13.41	13.37	61.15	92.564	19.558	19.227	131.349
8	1.80	1.80	72.73	110.094	23.292	5.272	138.658

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	2.133	0.227	0.0064	—2.1938	0.0000	
						0.968
2	7.501	0.773	0.0217	—1.6635	0.5478	
						0.977
3	15.682	1.590	0.0446	—1.3507	0.8686	
						0.992
4	38.827	3.912	0.1097	—0.9597	1.2627	
						0.913
5	65.600	6.339	0.1778	—0.7500	1.4925	
						1.000
6	95.618	9.052	0.2538	—0.5955	1.6571	
						0.995
7	143.522	12.173	0.3413	—0.4668	1.7864	
						0.930
8	152.963	14.305	0.4011	—0.3968	1.8617	

Опытъ II.

Водородъ при 0°.

Количество угля . . . . . = 35.699 gr.

Объемъ „ . . . . . = 19.194 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . . . = 167.601 ccm.

Свободный „ „ „ 0° . . . . . = 148.407 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 25.89 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.003 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія водорода . . $\alpha = 0.00366$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа.			
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Отсчит.	Исправл.	Остаток. пред. опыта.	m.
1	74.74	16.5	16.9	5.878	5.451	0.000	5.451
2	74.74	16.9	17.1	7.994	7.403	0.126	7.277
3	74.74	17.0	17.1	9.258	8.571	0.285	8.286
4	74.74	17.0	17.0	18.510	17.137	0.486	16.651
5	74.74	17.1	17.4	30.085	27.843	0.867	26.976
6	74.74	17.4	17.5	40.554	37.498	1.500	35.998
7	74.75	17.4	17.7	35.395	34.577	2.339	32.238
8	74.75	17.4	17.5	39.778	36.781	3.096	33.685
9	74.75	17.7	17.7	38.752	35.795	3.897	31.902
10	74.75	18.1	18.0	39.219	36.198	4.645	31.553

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра.		Окончат. давленіе	Приведенный объемъ остатка			
	Отсчит.	Исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубкахъ.	въ бюреткѣ.	R
1	73.21	73.00	1.74	3.398	0.558	0.126	4.082
2	71.01	70.81	3.93	7.674	1.260	0.285	9.219
3	68.35	68.15	6.69	13.064	2.146	0.486	15.696
4	62.98	62.80	11.94	23.316	3.829	0.867	28.012
5	54.21	54.05	20.69	40.402	6.625	1.500	48.527
6	42.60	42.47	32.28	63.034	10.334	2.339	75.707
7	32.10	32.00	42.75	83.479	13.677	3.096	100.252
8	21.08	21.02	53.73	104.920	17.201	3.893	126.014
9	10.57	10.54	64.21	125.384	20.521	4.645	150.550
10	0.37	0.37	74.42	145.322	23.825	5.393	174.540

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	5.451	1.369	0.03835	—1.4162	0.2405	(1.155)
2	12.728	3.509	0.09829	—1.0075	0.5944	(0.782)
3	21.014	5.318	0.1490	—0.8268	0.8254	1.029
4	37.665	9.653	0.2704	—0.5680	1.0770	0.932
5	64.641	16.114	0.4514	—0.3454	1.3158	0.981
6	100.639	24.932	0.6984	—0.1559	1.5090	0.958
7	132.877	32.625	0.9139	—0.0391	1.6309	0.961
8	166.562	40.548	1.1386	0.0563	1.7302	0.928
9	198.464	47.944	1.3430	0.1281	1.8076	0.986
10	230.017	55.477	1.5540	0.1914	1.8718	

Опытъ III.

Водородъ при —79°

Количество угля . . . . . = 35.662 gr.

Объемъ „ . . . . . = 19.173 ccm.

Полный объемъ сосуда при — 79° . . . . = 164.274 ccm.

Свободный „ „ „ — 79° . . . . = 145.101 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 25.89 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія водорода . . $\alpha = 0.00366$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа.			
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Отсчит.	Исправл.	Остатокъ пред. опыта.	m.
1	73.90	16.3	16.4	4.376	4.376	0.000	4.376
2	73.85	16.4	16.7	7.051	6.463	0.061	6.402
3	73.80	16.5	16.7	30.405	27.843	0.138	27.705
4	73.74	16.5	16.8	47.065	43.064	0.490	42.574
5	73.71	16.8	16.9	61.277	55.987	1.030	54.957
6	73.73	17.0	17.2	72.011	65.769	1.720	64.049
7	73.71	17.1	17.3	74.084	67.619	2.523	65.096
8	73.71	17.2	17.2	58.476	53.353	3.421	49.932
9	73.71	17.5	17.6	99.630	90.807	4.076	86.731

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	73.27	73.06	0.79	1.944	0.281	0.061	2.286
2	72.15	71.95	1.90	4.676	0.685	0.138	5.499
3	67.24	67.05	6.75	16.614	2.432	0.490	19.536
4	59.72	59.55	14.19	34.925	5.111	1.030	41.066
5	50.16	50.02	23.69	58.307	8.530	1.720	68.557
6	39.05	38.94	34.79	85.627	12.514	2.523	100.664
7	26.61	26.53	47.18	116.122	16.966	3.421	136.509
8	17.57	17.52	56.19	138.298	20.212	4.076	162.586
9	1.55	1.55	72.16	177.605	25.922	5.227	208.754

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	4.376	2.090	0.0586	—1.2321	—0.1024	
						1.056
2	10.778	5.279	0.1480	—0.8297	0.2788	
						1.008
3	38.483	18.947	0.5313	—0.2747	0.8293	
						1.006
4	81.057	39.991	1.1214	0.0498	1.1519	
						1.020
5	136.014	67.457	1.892	0.2770	1.3746	
						1.008
6	200.063	99.399	2.787	0.4451	1.5414	
						0.847
7	265.159	128.650	3.607	0.5571	1.6737	
						0.972
8	315.091	152.505	4.276	0.6310	1.7497	
						0.944
9	401.822	193.068	5.414	0.7335	1.8583	

Опытъ IV.

Азотъ при 151.5°.

Количество угля . . . . . = 35.662 gr.

Объемъ „ . . . . . = 19.173 ccm.

Полный объемъ сосуда при 151.5° . . . = 166.177 ccm.

Свободный „ „ „ 151.5° . . . = 147.004 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 29.06 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.001 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія азота . . . $\alpha = 0.00367$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа			
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m
1	75.75	16.9	16.6	4.792	4.502	0.000	4.502
2	75.75	17.2	16.7	5.678	5.332	0.138	5.194
3	75.75	17.4	16.6	10.284	9.635	0.303	9.332
4	75.75	17.7	16.9	27.195	25.451	0.605	24.846
5	75.75	18.1	17.1	30.508	28.514	1.411	27.103
6	75.76	18.1	17.0	44.637	41.726	2.293	39.433
7	75.76	18.1	16.9	36.630	34.070	3.587	30.483
8	75.77	18.0	16.6	36.963	34.557	4.483	30.074

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R
1	74.08	73.86	1.89	2.359	0.681	0.138	3.178
2	71.78	71.57	4.18	5.196	1.507	0.303	7.006
3	67.62	67.41	8.34	10.367	3.006	0.605	13.978
4	56.49	56.31	19.44	24.166	6.999	1.411	32.576
5	44.29	44.15	31.61	39.294	11.372	2.293	52.959
6	26.42	26.34	49.42	61.434	17.786	3.587	82.807
7	12.51	12.47	63.30	78.688	22.791	4.483	105.962
8	—1.30	—1.30	77.07	95.806	27.777	5.601	129.184

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	4.502	1.324	0.0371	—1.4306	0.2765	
						(0.8935)
2	9.696	2.690	0.0754	—1.1226	0.6212	
						(0.9123)
3	19.028	5.050	0.1416	—0.8489	0.9212	
						0.9516
4	43.874	11.298	0.3168	—0.4992	1.2887	
						0.9602
5	70.977	18.018	0.5052	—0.2965	1.4998	
						0.9541
6	110.410	27.603	0.7740	—0.1113	1.6939	
						1.0270
7	140.893	34.931	0.9795	—0.0090	1.8014	
						0.9672
8	170.967	41.783	1.172	0.0688	1.8869	

Опытъ V.

Азотъ при 80°.

Количество угля . . . . . = 35.662 g.

Объемъ „ . . . . . = 19.173 ccm.

Полный объемъ сосуда при 80° . . . . = 165.992 ccm.

Свободный „ „ „ 80° . . . . = 146.819 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 29.06 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія азота . . . $\alpha = 0.00367$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	76.12	16.4	16.2	3.797	3.797	0.000	3.797
2	76.12	16.6	16.4	5.835	5.512	0.073	5.439
3	76.12	16.9	16.6	25.536	24.083	0.192	23.891
4	76.12	17.0	16.7	40.332	38.023	0.667	37.356
5	76.12	17.6	17.2	37.388	35.175	1.445	33.730
6	76.12	18.8	19.4	64.616	60.541	2.156	58.385
7	76.13	19.6	19.9	57.442	53.681	3.890	49.791
8	76.13	19.7	18.6	57.397	53.619	4.475	49.144

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R
1	75.19	74.98	1.14	1.702	0.411	0.073	2.186
2	73.67	73.46	2.66	3.972	0.959	0.192	5.123
3	67.13	66.94	9.18	13.709	3.308	0.667	17.684
4	56.39	56.23	19.89	29.703	7.166	1.445	38.314
5	46.54	46.40	29.72	44.383	10.690	2.156	57.229
6	29.13	29.03	47.09	70.323	16.809	3.890	91.022
7	13.91	13.86	62.27	93.992	22.190	4.475	120.657
8	—0.88	—0.88	77.01	115.004	27.562	5.558	148.124

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	3.797	1.611	0.0452	—1.3449	0.0569	
						(1.106)
2	9.236	4.115	0.1154	—0.9378	0.4249	
						(1.0677)
3	33.127	15.443	0.4330	—0.3635	0.9628	
						0.9494
4	70.483	32.169	0.9021	—0.0447	1.2986	
						0.9415
5	104.213	46.984	1.3170	0.1196	1.4731	
						0.9168
6	162.598	71.576	2.0070	0.3026	1.6727	
						0.8857
7	212.389	91.732	2.5720	0.4103	1.7943	
						(0.9978)
8	261.533	113.409	3.1800	0.5024	1.8866	

Опытъ VI.

Азотъ при 30°.

Количество угля . . . . . = 35.662 g.

Объемъ „ . . . . . = 19.173 ccm.

Полный объемъ сосуда при 30° . . . . = 165.860 ccm.

Свободный „ „ „ 30° . . . . = 146.687 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 29.06 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки. = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія азота . . . $\alpha = 0.00367$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа			
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	75.72	19.5	19.6	5.149	4.786	0.000	4.786
2	75.72	19.9	20.1	8.385	7.780	0.054	7.726
3	75.66	20.1	19.8	31.220	28.925	0.146	28.779
4	75.61	20.3	20.1	54.852	51.787	0.463	51.324
5	75.54	20.5	19.9	63.763	58.945	1.039	57.906
6	75.48	20.5	19.6	70.054	64.709	1.724	62.985
7	75.42	21.0	21.0	80.762	74.409	2.488	71.921
8	75.35	21.0	20.1	104.212	95.782	3.265	92.517
9	75.29 75.23	20.9	19.8	61.938	56.989	4.672	52.317

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R
1	75.11	74.86	0.86	1.496	0.306	0.054	1.856
2	73.89	73.63	2.03	3.532	0.724	0.146	4.402
3	69.40	69.16	6.45	11.222	2.297	0.463	13.982
4	61.29	61.08	14.46	25.158	5.153	1.039	31.350
5	51.70	51.52	23.96	41.687	8.547	1.724	51.958
6	40.80	40.66	34.76	60.477	12.340	2.488	75.305
7	29.98	29.88	45.54	79.116	16.192	3.265	98.573
8	10.33	10.29	65.00	113.090	23.169	4.672	140.931
9	0.00	0.00	75.23	130.889	26.853	5.415	163.157

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	4.786	2.930	0.082	—1.0862	—0.0655	[1.1855]
2	12.512	8.110	0.227	—0.6440	0.3075	[1.0520]
3	41.291	27.309	0.766	—0.1158	0.8096	[1.0006]
4	92.615	61.265	1.718	0.2350	1.1602	0.9416
5	150.521	98.563	2.764	0.4415	1.3795	0.9084
6	213.506	138.201	3.875	0.5883	1.5411	0.9130
7	285.427	176.854	4.959	0.6954	1.6584	0.8230
8	377.944	237.013	6.646	0.8226	1.8129	[0.8173]
9	430.261	267.104	7.490	0.8745	1.8764	

Опытъ VII.

Азотъ при 0°.

Количество угля . . . . . = 35.662 g.

Объемъ „ . . . . . = 19.173 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . . = 165.782 ccm.

Свободный „ „ „ 0° . . . . = 146.609 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 29.06 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.003 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія азота . . . $\alpha = 0.00367$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	74.86	21.4	21.2	5.450	4.981	0.000	4.981
2	74.86	21.4	20.8	9.350	8.539	0.031	8.508
3	74.91	20.3	19.3	33.864	31.064	0.087	30.977
4	75.02	21.0	20.0	103.575	94.921	0.282	94.639
5	75.16	20.6	19.7	105.646	97.135	0.933	96.202
6	75.23	20.5	19.6	106.344	97.904	1.721	96.183
7	75.31	19.9	19.4	185.532	171.340	2.448	168.892
8	75.42 75.46	19.9	18.0	214.897	198.748	4.067	194.681

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка.			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.70	74.43	0.43	0.830	0.153	0.031	1.014
2	73.97	73.70	1.21	2.334	0.431	0.087	2.852
3	71.35	71.10	3.93	7.581	1.400	0.282	9.263
4	62.39	62.18	12.98	25.039	4.628	0.933	30.600
5	52.47	52.29	22.94	44.182	8.183	1.721	54.086
6	41.44	41.30	34.01	65.608	12.139	2.448	80.195
7	19.25	19.19	56.23	108.472	20.167	4.067	132.706
8	—2.05	—2.04	77.46	149.426	27.782	52.371	229.579

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	4.981	3.967	0.111	—0.9547	—0.3665	
						0.9546
2	13.489	10.637	0.298	—0.5258	0.0828	
						1.0166
3	44.466	35.203	0.987	—0.0057	0.5944	
						0.9424
4	139.105	108.505	3.043	0.4833	1.1133	
						0.9009
5	235.307	181.221	5.082	0.7061	1.3606	
						0.8298
6	331.490	251.295	7.047	0.8480	1.5316	
						0.7569
7	500.382	367.676	10.310	1.0133	1.7500	
						0.7350
8	695.063	465.484	13.053	1.1156	1.8891	

Опытъ VIII.

Азотъ при —79°.

Количество угля . . . . . = 35.662 g.

Объемъ „ . . . . . = 19.173 ccm.

Полный объемъ сосуда при —79° . . = 168.339 ccm.

Свободный „ „ „ —79° . . = 149.166 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 26.29 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.003 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія азота . . . $\alpha = 0.00367$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	74.20	19.3	19.7	6.269	5.708	0.000	5.708
2	74.20	19.5	20.0	30.204	27.519	0.011	27.508
3	74.21	19.7	19.4	103.421	94.164	0.033	94.131
4	74.20	20.1	20.4	323.048	321.614	0.090	321.524
5	74.16	20.5	20.6	313.944	311.456	0.476	310.980
6	74.14	20.7	21.2	322.903	317.116	1.071	316.045
7	74.17	20.7	19.8	234.914	231.708	1.951	229.757
8	74.22	20.8	21.3	229.317	225.078	2.778	222.300
9	74.24 74.26	20.3	19.6	253.286	244.338	3.905	240.433

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.30	74.05	0.15	0.380	0.048	0.011	0.439
2	74.00	73.74	0.46	1.165	0.148	0.033	1.346
3	73.20	72.95	1.25	3.165	0.402	0.090	3.657
4	67.75	67.52	6.64	16.811	2.135	0.476	19.422
5	59.40	59.19	14.95	37.850	4.804	1.071	43.725
6	47.20	47.03	27.14	68.712	8.752	1.951	79.415
7	35.51	35.38	38.84	98.334	12.461	2.778	113.573
8	20.00	19.93	54.29	137.449	17.520	3.905	158.874
9	0.20	0.20	74.06	187.520	23.911	5.330	216.761

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	5.708	5.169	0.145	—0.8386	—0.8239	
2	33.216	31.870	0.8937	—0.0488	—0.3372	(1.6228)
3	127.347	123.690	3.468	0.5401	0.0969	(1.6631)
4	448.871	429.449	12.042	1.0807	0.8222	(0.7453)
5	759.851	714.126	20.025	1.3015	1.1746	0.6266
6	1075.896	996.481	27.942	1.4463	1.4336	0.5591
7	1305.653	1192.080	33.427	1.5241	1.5893	0.4997
8	1527.953	1369.079	38.390	1.5842	1.7347	0.4133
9	1768.386	1551.625	43.509	1.6386	1.8695	(0.4036)

Опытъ IX.

Азотъ при 0°.

Количество угля . . . . . = 10.6124 g.

Объемъ „ . . . . . = 5.706 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . . . = 30.29 ccm.

Свободный „ „ „ 0° . . . . . = 24.584 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 33.52 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки. = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія азота . . . $\alpha = 0.00367$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	76.00	17.2	18.3	3.566	3.566	0.000	3.566
2	76.00	18.0	19.2	29.448	27.622	0.069	27.553
3	76.00	18.7	19.2	30.483	28.526	0.654	27.872
4	75.96	16.7	15.0	50.528	47.585	1.296	46.289
5	75.94	17.0	17.3	50.525	47.520	2.490	45.030
6	75.95	17.2	17.3	55.538	52.188	3.621	48.567
	75.96	17.4	17.6				

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	75.21	74.98	1.02	0.330	0.420	0.069	0.819
2	67.14	66.92	9.08	2.937	3.741	0.654	7.332
3	58.40	58.23	17.73	5.735	7.411	1.296	14.442
4	41.71	41.59	34.35	11.111	14.246	2.490	27.847
5	22.90	22.83	53.12	17.183	22.030	3.621	42.834
6	1.22	1.22	74.74	24.176	30.964	5.089	60.229

№№	XV	XV	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a.	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	3.566	2.747	0.259	—0.5867	0.0086	
						[0.9764]
2	31.119	23.787	2.241	0.3504	0.9581	
						0.9381
3	58.991	44.549	4.198	0.6230	1.2487	
						0.8360
4	105.280	77.433	7.297	0.8631	1.5359	
						0.7518
5	150.310	107.476	10.127	1.0055	1.7253	
						[0.7458]
6	198.877	138.648	13.065	1.1161	1.8736	

Опытъ X.

Азотъ при 0°.

Количество угля . . . . . = 10.6124 g.

Объемъ „ . . . . . = 5.706 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . . = 30.29 ccm.

Свободный „ „ „ 0° . . . . = 24.584 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 33.52 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.003 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія азота . . . $\alpha = 0.00367$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа			
	Баром. давлен. исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	75.11	17.7	18.2	3.627	3.627	0.000	3.627
2	75.11	18.0	1 .5	29.157	27.029	0.080	26.949
3	75.11	18.6	19.6	30.912	28.597	0.665	27.932
4	75.04	19.5	20.0	50.319	46.364	1.297	45.067
5	74.96	19.0	18.9	50.127	46.220	2.312	43.908
6	74.94	19.1	18.8	59.676	54.989	3.510	51.479

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.23	74.00	1.11	0.359	0.458	0.080	0.897
2	66.06	65.86	9.25	2.992	3.806	0.665	7.463
3	57.25	57.05	18.06	5.842	7.421	1.297	14.560
4	40.99	40.86	34.10	11.030	14.064	2.312	27.406
5	23.25	23.18	51.76	16.743	21.355	3.510	41.608
6	—0.10	—0.10	75.04	24.273	30.960	5.412	60.645

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	3.627	2.730	0.257	—0.5901	0.0453	(1.0080)
2	30.576	23.113	2.178	0.3381	0.9661	0.9601
3	58.508	43.948	4.141	0.6171	1.2567	0.8687
4	103.575	76.169	7.177	0.8559	1.5316	0.7845
5	147.483	105.875	9.977	0.9990	1.7140	0.7198
6	198.962	138.317	13.034	1.1151	1.8753	

Опытъ XI.

Углекислота при 151.5°.

Количество угля . . . . . = 17.6958 g.

Объемъ „ . . . . . = 10.158 ccm.

Полный объемъ сосуда при 151.5° . . . . = 169.442 ccm.

Свободный „ „ „ 151.5° . . . . = 159.284 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 25.89 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.004 mm. при 360°.

Коэффиціентъ расширенія углекислоты . $\alpha = 0.00371$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	75.23	20.4	20.3	5.890	5.420	0.000	5.420
2	75.23	20.7	21.3	8.530	7.838	0.110	7.728
3	75.15	21.0	20.7	12.940	11.871	0.257	11.614
4	75.15	21.1	20.6	14.800	13.577	0.475	13.102
5	75.08	21.3	20.3	20.230	18.522	0.729	17.793
6	75.01	21.2	20.3	34.370	31.447	1.059	30.388
7	75.01	21.3	20.3	58.840	53.822	8.285	45.537
8	74.94	21.4	20.2	78.350	71.574	21.627	49.947
9	74.86	21.4	20.3	83.430	76.134	30.465	45.669
10	74.86	21.4	20.1	103.410	94.366	35.951	58.415
11	74.82	21.4	20.1	105.940	96.623	62.260	34.363

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R
1	73.87	73.62	1.61	2.219	0.507	0.110	2.836
2	71.82	71.57	3.66	5.045	1.159	0.257	6.461
3	68.58	68.34	6.81	9.387	2.157	0.475	12.019
4	64.90	64.67	10.48	14.446	3.320	0.729	18.495
5	59.84	59.63	15.45	21.296	4.895	1.059	27.250
6	52.93	52.74	22.27	30.696	7.055	8.285	46.036
7	43.19	43.04	31.94	44.024	10.119	21.627	75.770
8	30.30	30.19	44.75	61.681	14.177	30.465	106.323
9	22.42	22.34	52.52	72.391	16.638	35.951	124.980
10	11.99	11.95	62.91	86.740	19.943	62.260	168.943
11	0.05	0.05	74.77	103.070	23.702	61.179	187.951

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	5.420	2.584	0.1460	—0.8356	0.2068	1.160
2	13.148	6.687	0.3779	—0.4226	0.5635	1.080
3	24.762	12.743	0.7201	—0.1326	0.8331	0.918
4	37.864	19.369	1.0946	0.0393	1.0203	0.986
5	55.657	28.407	1.6053	0.2055	1.1889	0.936
6	86.045	40.009	2.2609	0.3543	1.3478	0.923
7	131.582	55.812	3.1540	0.4988	1.5044	0.885
8	181.529	75.206	4.2499	0.6284	1.6508	0.930
9	227.198	102.218	5.7764	0.7616	1.7204	0.733
10	285.613	116.670	6.5931	0.8191	1.7988	0.717
11	319.976	132.025	7.4608	0.8728	1.8737	

Опытъ XII.

Углекислота при 80°.

Количество угля . . . . . = 17.6958 g.
Объемъ „ . . . . . = 10.158 ccm.
Полный объемъ сосуда при 80° . . . = 169.206 ccm.
Свободный „ „ „ 80° . . . . = 159.048 ccm.
Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 25.89 ccm.
Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.
Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 160°.
Коэффиціентъ расширенія углекислоты $\alpha = 0.00371$.
При 80° $\alpha = 0.00369$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	74.34	20.5	21.9	6.400	5.817	0.000	5.817
2	74.34	20.7	20.0	11.150	10.128	0.031	10.097
3	74.36	20.8	20.1	18.490	16.737	0.090	16.647
4	74.33	21.0	20.2	34.550	31.349	0.191	31.158
5	74.32	21.0	20.0	70.830	64.259	0.390	63.869
6	74.32	21.5	19.9	97.530	88.350	0.868	87.482
7	74.35	21.2	19.9	98.610	89.411	1.655	87.756
8	74.35	21.2	19.7	105.980	96.115	2.560	93.555
9	74.35	20.9	19.3	98.600	89.546	3.745	85.801
10	74.38	20.7	19.6	44.960	40.863	4.818	36.045

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.17	73.91	0.43	0.695	0.136	0.031	0.862
2	73.36	73.10	1.25	2.002	0.396	0.090	2.488
3	71.96	71.70	2.66	4.299	0.843	0.191	5.333
4	69.14	68.89	5.44	8.791	1.725	0.390	10.906
5	62.45	62.23	12.09	19.538	3.837	0.868	24.243
6	51.48	51.30	23.04	37.262	7.311	1.655	46.228
7	38.85	38.71	35.64	57.639	11.318	2.560	71.517
8	23.40	23.32	52.03	84.146	16.545	3.745	104.436
9	7.48	7.45	66.92	108.227	21.288	4.818	134.333
10	0.39	0.39	73.99	119.661	23.488	5.316	148.465

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	5.817	4.955	0.2800	—0.5529	—0.3665	
						0.934
2	15.914	13.426	0.7586	—0.1200	0.0969	
						0.942
3	32.561	27.228	1.5387	0.1871	0.4249	
						0.926
4	63.719	52.813	2.9845	0.4748	0.7356	
						0.841
5	127.588	103.345	5.8401	0.7664	1.0824	
						0.761
6	215.070	168.842	9.5414	0.9796	1.3625	
						0.722
7	302.826	231.309	13.0714	1.1163	1.5519	
						0.616
8	396.381	291.945	16.4980	1.2175	1.7163	
						0.695
9	482.182	347.849	19.6572	1.2935	1.8256	
						0.608
10	518.227	369.762	20.8955	1.3200	1.8692	

Опытъ XIII.

Углекислота при 30°.

Количество угля . . . . . = 17.6958 g.

Объемъ „ . . . . . = 10.158 ccm.

Полный объемъ сосуда при 30° . . . . = 169.057 ccm.

Свободный „ „ „ 30° . . . . = 158.879 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 25.89 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 160°.

Коэффиціентъ расширенія углекислоты . $\alpha = 0.000371$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m
1	75.70	18.1	19.3	9.730	9.268	0.000	9.268
2	75.70	18.4	19.1	25.960	24.204	0.008	24.196
3	75.73	19.0	19.8	44.000	40.956	0.034	40.922
4	75.77	19.6	20.2	127.350	118.360	0.093	118.267
5	75.74	20.2	20.5	202.950	187.925	0.320	187.605
6	75.74	20.3	19.1	211.745	195.760	0.878	194.882
7	75.74	20.1	19.5	129.181	119.802	1.794	118.008
8	75.74	20.4	20.1	104.596	96.903	2.522	94.381
9	75.74	20.7	20.5	96.861	89.645	3.147	86.498
10	75.74	20.7	20.1	104.387	96.610	3.928	92.682

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R
1	75.80	75.57	0.13	0.245	0.041	0.008	0.294
2	75.40	75.17	0.53	0.997	0.168	0.034	1.199
3	74.50	74.26	1.47	2.766	0.466	0.093	3.325
4	70.93	70.70	5.07	9.538	1.604	0.320	11.462
5	62.10	61.89	13.85	26.056	4.406	0.878	31.340
6	47.57	47.41	28.33	53.298	9.003	1.794	64.095
7	35.97	35.85	39.89	75.046	12.655	2.522	90.223
8	26.02	25.93	49.81	93.709	15.790	3.147	112.646
9	13.61	13.56	62.18	116.981	19.712	3.928	140.621
10	—0.12	—0.12	75.86	142.718	24.048	4.793	171.559

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	9.268	8.974	0.507	—0.2950	—0.8861	
						0.911
2	33.464	32.265	1.823	0.2608	—0.2757	
						0.774
3	74.386	71.061	4.016	0.6038	0.1673	
						0.756
4	192.653	181.191	10.293	1.0103	0.7050	
						0.652
5	380.258	348.918	19.718	1.2949	1.1415	
						0.546
6	575.140	511.045	28.869	1.4646	1.4522	
						0.456
7	693.148	602.925	34.072	1.5324	1.6009	
						0.508
8	787.529	674.883	38.138	1.5814	1.6973	
						0.375
9	874.027	733.406	41.445	1.6175	1.7936	
						0.406
10	966.709	795.150	44.934	1.6526	1.8800	

Опытъ XIV.

Углекислота при 0°.

Количество угля . . . . . = 17.6958 g.

Объемъ „ . . . . . = 10.158 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . = 168.900 ccm.

Свободный „ „ „ 0° . . . = 158.742 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 25.99 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.003 mm. при 380°.

Коэффиціентъ расширенія углекислоты $\alpha = 0.00371$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленія исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	75.06	18.7	18.8	16.403	15.149	0.000	15.149
2	75.06	18.9	19.0	50.681	46.775	0.003	46.772
3	75.06	19.1	19.0	99.020	91.321	0.022	91.299
4	75.00	19.1	19.0	131.523	121.199	0.074	121.125
5	75.01	19.4	19.2	258.528	237.991	0.172	237.819
6	75.05	19.6	19.1	257.830	237.352	0.561	236.791
7	75.05	19.5	19.2	238.291	219.446	1.173	218.273
8	75.05	19.5	19.2	167.000	153.793	2.137	151.656
9	75.07	19.5	19.3	126.546	116.569	3.395	113.174
10	75.07	19.3	19.2	95.782	88.288	4.237	84.051
11	75.03	18.5	18.7	44.823	41.374	4.910	36.464

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	75.25	75.01	0.05	0.104	0.016	0.003	0.123
2	74.99	74.74	0.32	0.668	0.102	0.022	0.792
3	74.21	73.97	1.09	2.276	0.351	0.074	2.701
4	72.70	72.46	2.54	5.303	0.811	0.172	6.286
5	67.43	67.21	8.30	17.329	2.650	0.561	20.540
6	57.89	57.70	17.35	36.225	5.539	1.173	42.937
7	43.61	43.46	31.59	65.956	10.088	2.137	78.181
8	29.43	29.33	45.72	95.457	14.596	3.395	113.448
9	16.21	16.16	58.91	122.996	18.807	4.237	146.040
10	4.77	4.75	70.32	146.819	22.485	4.910	174.214
11	—0.48	—0.48	75.51	157.655	24.147	5.441	187.243

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	15.149	15.026	0.8491	—0.0710	—1.3010	
2	61.921	61.229	3.4601	0.5391	—0.4949	0.678
3	153.220	150.519	8.5059	0.9297	0.0374	0.734
4	274.345	268.059	15.1480	1.1804	0.4048	0.682
5	512.164	491.624	27.7820	1.4438	0.9191	0.434
6	748.955	706.018	39.8980	1.6009	1.2393	0.491
7	967.228	889.047	50.2410	1.7011	1.4996	0.385
8	1118.884	1005.436	56.8180	1.7545	1.6601	0.333
9	1232.058	1086.018	61.3720	1.7880	1.7672	0.313
10	1316.109	1141.895	64.5290	1.8098	1.8471	0.273
11	1352.573	1165.330	65.8540	1.8186	1.8780	0.351

Опытъ XV.

Углекислота при—76.5°.

Количество угля . . . . . = 17.6958 g.

Объемъ „ . . . . . = 10.158 ccm.

Полный объемъ сосуда при—76.5° . . . . = 155.378 ccm.

Свободный „ „ „ —76.5° . . . . = 145.220 ccm.

„ „ „ „ —50° . . . . . = 13.700 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 25.49 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.004 mm. при 350°.

Коэффиціентъ расширенія углекислоты . α= 0.00371.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа			
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	72.17	18.8	18.6	44.876	39.837	0.000	39.837
2	72.17	18.9	18.8	260.529	231.200	0.000	231.200
3	72.26	19.2	18.8	522.792	464.020	0.002	464.018
4	72.78	19.9	18.6	909.240	813.380	0.012	813.368
5	72.98	19.1	18.9	389.510	349.270	0.280	348.990
6	73.40	19.1	18.8	260.796	235.520	1.143	234.377
7	73.50	18.5	18.4	129.436	117.140	3.489	113.651

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	72.41	72.17	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2	72.37	72.14	0.03	0.087	0.009	0.002	0.098
3	72.32	72.08	0.18	0.520	0.056	0.012	0.588
4	68.88	68.65	4.13	11.931	1.295	0.280	13.506
5	56.30	56.12	16.86	48.706	5.288	1.143	55.137
6	25.27	25.19	48.31	139.560	15.179	3.489	158.228
7	4.41	4.40	69.10	199.618	21.694	4.987	226.299

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	39.837	39.837	2.2512	0.3524	— ∞	
2	271.037	270.039	15.2601	1.1835	—1.5229	—
3	735.055	734.467	41.505	1.6181	—0.7447	0.558
4	1548.423	1534.917	86.739	1.9382	0.6160	0.235
5	1897.413	1842.276	104.108	2.0175	1.2269	0.130
6	2131.790	1973.562	111.527	2.0474	1.6840	0.0654
7	2245.441	2019.142	114.103	2.0573	1.8395	0.0637

Опытъ XVI.

Углекислота при 0°.

Количество угля . . . . . = 10.6124 g.

Объемъ „ . . . . . = 5.706 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . . = 30.29 ccm.

Свободный „ „ „ 0° . . . . = 24.584 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 33.52 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.003 mm. при 410°.

Коэффиціентъ расширенія углекислоты $\alpha = 0.00371$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	75.31	17.3	17.8	27.083	25.220	0.000	25.220
2	75.28	18.3	18.9	103.521	96.020	0.016	96.004
3	75.28	19.0	19.6	202.679	187.537	0.120	187.417
4	75.28	19.5	19.2	153.649	141.875	0.580	141.295
5	75.25	19.4	19.3	129.562	119.667	1.281	118.386
6	75.25	19.5	19.2	77.508	71.566	2.413	69.153

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	75.30	75.07	0.24	0.078	0.099	0.016	0.193
2	73.75	73.51	1.77	0.573	0.728	0.120	1.421
3	66.91	66.69	8.59	2.779	3.536	0.580	6.895
4	56.50	56.31	18.94	6.117	7.795	1.281	15.193
5	41.85	41.72	33.53	10.846	13.805	2.413	27.064
6	30.09	29.99	45.26	14.640	18.647	3.260	36.547

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	25.220	25.027	2.358	0.3726	—0.6198	
						0.7840
2	121.220	119.799	11.289	1.0526	0.2480	
						0.5850
3	308.637	301.742	28.433	1.4538	0.9340	
						0.4620
4	449.932	434.739	40.965	1.6124	1.2774	
						0.3840
5	568.318	541.254	51.002	1.7076	1.5254	
						0.3480
6	637.471	600.924	56.625	1.7530	1.6557	

Опытъ XVII.

Углекислота при 0°.

Количество угля . . . . . = 10.6124 g.

Объемъ „ . . . . . = 5.706 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . . . = 30.29 ccm.

Свободный „ „ „ 0° . . . . . = 24.584 ccm.

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 33.52 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія углекислоты . $\alpha = 0.00371$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	75.56	17.3	18.6	26.154	24.436	0.000	24.436
2	75.56	18.3	19.3	104.411	97.206	0.015	97.191
3	75.53	18.9	19.8	131.468	122.096	0.126	121.970
4	75.49	19.4	19.6	130.825	121.219	0.372	120.847
5	75.48	19.3	18.4	130.291	120.754	0.829	119.925
6	75.45	19.1	17.8	90.638	84.025	1.558	82.467
7	75.45	18.7	17.6	83.641	77.647	2.298	75.349
8	75.43	18.5	17.8	68.590	63.705	3.206	60.499
9	75.44	18.3	17.4	54.959	51.079	3.874	47.205

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	75.58	75.34	0.22	0.071	0.091	0.015	0.177
2	73.90	73.66	1.87	0.605	0.769	0.126	1.600
3	70.21	69.98	5.51	1.682	2.166	0.372	4.220
4	63.48	63.27	12.21	3.950	5.041	0.829	9.820
5	52.70	52.53	22.93	7.417	9.467	1.558	18.442
6	41.81	41.68	33.77	10.924	13.981	2.298	27.203
7	28.39	28.30	47.13	15.245	19.500	3.206	37.951
8	14.94	14.89	60.55	19.586	25.088	3.874	48.548
9	2.36	2.35	73.09	23.643	30.283	4.978	58.904

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	24.436	24.259	2.286	0.3591	—0.6576	
						0.747
2	121.627	120.027	11.310	1.0535	0.2718	
						0.639
3	243.597	239.377	22.556	1.3533	0.7412	
						0.495
4	364.444	354.624	33.416	1.5243	1.0867	
						0.432
5	484.369	465.927	43.904	1.6425	1.3604	
						0.380
6	566.836	539.633	50.850	1.7063	1.5285	
						0.339
7	642.185	604.234	56.937	1.7554	1.6733	
						0.317
8	702.684	654.136	61.639	1.7899	1.7822	
						0.292
9	749.889	690.985	65.112	1.8137	1.8638	

Опытъ XVIII.

Амміакъ при 151.5°.

Количество угля . . . . . = 8.301 g.

Объемъ „ . . . . . = 4.463 ccm.

Полный объемъ сосуда при 151.5° . . . = 27.485 „

Свободный „ „ „ „ . . . = 23.022 „

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 38.4 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 6.01 „

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія амміака . . $\alpha = 0.00388$.

при 151.5° $\alpha = 0.00380$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	74.13	20.2	20.6	2.661	2.661	0.000	2.661
2	74.10	20.9	21.2	7.813	7.049	0.020	7.029
3	74.05	21.6	21.3	15.097	13.582	0.121	13.461
4	74.05	21.6	21.0	25.879	23.265	0.474	22.791
5	74.01	21.7	21.0	24.247	21.778	1.288	20.490
6	73.97	21.6	20.8	30.347	27.252	2.093	25.159
7	73.92	21.4	20.3	30.701	27.572	3.172	24.400
8	73.92	20.9	19.7	31.344	28.199	4.238	23.961
	73.85	21.0	20.0				

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.12	73.85	0.28	0.054	0.131	0.020	0.205
2	72.71	72.44	1.66	0.320	0.775	0.121	1.216
3	67.82	67.57	6.48	1.251	3.027	0.474	5.752
4	56.59	56.39	17.62	3.401	8.232	1.288	12.921
5	45.50	45.37	28.60	5.521	13.371	2.093	20.985
6	30.76	30.65	43.27	8.352	20.266	3.172	31.790
7	16.30	16.24	57.68	11.134	27.075	4.238	42.447
8	1.68	1.67	72.18	14.255	33.843	4.989	53.087

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	2.661	2.456	0.2959	—0.5289	—0.5528	
						0.6962
2	9.690	8.474	1.0210	0.0092	0.2201	
						0.5689
3	23.151	18.399	2.2165	0.3457	0.8116	
						0.5847
4	45.942	33.021	3.9780	0.5997	1.2460	
						0.6592
5	66.432	45.447	5.4750	0.7384	1.4564	
						0.6624
6	91.591	59.801	7.2040	0.8575	1.6362	
						0.7204
7	115.991	73.544	8.8600	0.9474	1.7610	
						0.7423
8	139.952	86.865	10.4640	1.0197	1.8584	

Опытъ XIX.

Амміакъ при 80°.

Количество угля . . . . . = 8.301 g.

Объемъ „ . . . . . = 4.463 ccm.

Полный объемъ сосуда при 80° . . . . = 27.266 „

Свободный „ „ „ „ . . . . = 22.803 „

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 38.4 „

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 6.01 „

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія амміака . . $\alpha = 0.00388$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	73.95	17.5	18.2	6.437	5.865	0.000	5.865
2	73.95	18.1	18.4	30.455	27.690	0.004	27.686
3	73.95	18.5	19.0	31.205	28.329	0.205	28.124
4	73.95	19.1	19.0	56.461	51.148	0.561	50.587
5	73.93	19.4	19.0	55.885	50.556	1.305	49.251
6	73.93	19.7	19.2	81.198	73.380	2.058	71.322
7	74.00	19.9	19.1	81.187	73.385	3.177	70.208
8	74.06 74.04	19.9	19.3	89.848	81.280	4.284	76.996

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.12	73.89	0.06	0.014	0.028	0.004	0.046
2	71.39	71.17	2.78	0.637	1.308	0.205	2.150
3	66.55	66.33	7.62	1.745	3.586	0.561	5.892
4	56.40	56.21	17.72	4.057	8.339	1.305	13.701
5	46.12	45.97	27.96	6.402	13.148	2.058	21.608
6	30.93	30.88	43.12	9.873	20.299	3.177	33.349
7	15.89	15.83	58.23	13.333	27.372	4.284	44.989
8	—2.26	—2.25	76.29	17.468	35.861	6.371	59.700

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	5.865	5.819	0.701	—0.1543	—1.2218	
						(0.4395)
2	33.551	31.401	3.783	0.5778	0.4440	
						0.5699
3	61.675	55.783	6.720	0.8274	0.8820	
						0.6625
4	112.262	98.561	11.753	1.0702	1.2485	
						0.7904
5	161.513	139.905	16.854	1.2267	1.4465	
						0.8183
6	232.835	199.486	24.032	1.3807	1.6347	
						0.8581
7	303.043	258.054	31.087	1.4926	1.7651	
						0.7998
8	380.039	320.339	38.590	1.5865	1.8825	

Опытъ XX.

Амміакъ при 30°.

Количество угля . . . . . = 4.2349 g.

Объемъ „ . . . . . = 2.277 ccm.

Полный объемъ сосуда при 30° . . . . = 27.444 „

Свободный „ „ „ „ . . . . = 25.167 „

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 38.4 „

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 6.01 „

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія амміака . . $\alpha = 0.00388$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа			
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	74.87	20.5	21.4	12.263	11.191	0.000	11.191
2	74.87	20.9	21.6	29.761	27.119	0.008	27.111
3	74.87	21.2	21.3	55.960	50.936	0.149	50.787
4	74.80	21.7	22.0	104.888	95.215	0.452	94.763
5	74.80	22.0	21.9	103.528	93.876	1.103	92.773
6	74.73	22.3	22.1	94.349	85.386	1.960	83.426
7	74.75	22.2	21.7	125.003	113.200	2.977	110.223
8	74.77	22.0	21.3	43.723	39.631	4.963	34.668

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.91	74.75	0.12	0.036	0.056	0.008	0.100
2	73.08	72.82	2.05	0.608	0.954	0.149	1.711
3	68.86	68.60	6.20	1.839	2.886	0.452	5.177
4	59.90	59.67	15.13	4.488	7.046	1.103	12.637
5	48.00	47.82	26.91	7.982	12.523	1.960	22.465
6	34.06	33.93	40.82	12.108	19.023	2.977	34.108
7	6.90	6.87	67.90	20.140	31.710	4.963	56.813
8	—3.78	—3.77	78.54	23.297	36.733	6.748	66.778

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	11.191	11.091	2.619	0.4181	—0.9208	
						0.4206
2	38.302	36.591	8.640	0.9365	0.3118	
						0.7501
3	89.089	83.912	19.814	1.2970	0.7924	
						0.7994
4	183.852	171.215	40.429	1.6067	1.1798	
						0.6859
5	276.625	254.160	60.015	1.7783	1.4300	
						0.5970
6	360.051	325.943	76.965	1.8863	1.6109	
						0.4669
7	470.274	413.461	97.632	1.9895	1.8313	
						0.4003
8	504.942	438.164	103.465	2.0148	1.8951	

Опытъ XXI.

Амміакъ при 0°.

Количество угля . . . . . = 3.7651 g.

Объемъ „ . . . . . = 2.024 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . . . = 30.29 „

Свободный „ „ „ „ . . . . . = 28.266 „

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 33,52 „

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 „

Откачиваніе до давленія 0.003 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія амміака . . $\alpha = 0.00388$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа			
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	75.00	18.4	18.7	22.901	21.094	0.000	21.094
2	75.00	18.6	18.7	104.880	96.530	0.018	96.512
3	75.00	18.8	19.0	129.149	118.790	0.199	118.591
4	75.00	18.9	18.9	193.073	191.014	0.524	190.490
5	75.00	18.8	18.5	98.269	90.387	1.767	88.620
6	74.85	19.1	18.9	72.581	66.581	3.348	63.203

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.98	74.74	0.26	0.097	0.107	0.018	0.222
2	72.32	72.09	2.91	1.082	1.196	0.199	2.477
3	67.47	67.25	7.75	2.882	3.185	0.524	6.591
4	50.60	50.44	24.56	9.134	10.108	1.767	21.009
5	28.34	28.25	46.60	17.331	19.149	3.348	39.828
6	—1.60	—1.60	76.45	28.433	31.448	8.797	68.678

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	21.094	20.872	5.544	0.7438	—0.5850	
						0.7070
2	117.606	115.129	30.578	1.4854	0.4639	
						0.6577
3	236.197	229.606	60.983	1.7652	0.8893	
						0.5335
4	426.687	405.678	107.748	2.0325	1.3903	
						0.2478
5	515.307	475.479	126.287	2.1014	1.6684	
						0.1405
6	578.510	509.832	135.411	2.1316	1.8834	

Опытъ XXII.

Амміакъ при 0°.

Количество угля . . . . . = 3.7651 g.

Объемъ „ . . . . . = 2.024 ccm.

Полный объемъ сосуда при 0° . . . . . = 30.29 „

Свободный „ „ „ „ . . . . . = 28.266 „

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . . . = 33.52 „

Объемъ вреднаго пространства бюретки . = 5.86 „

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія амміака . . $\alpha = 0.00388$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	74.88	19.1	19.5	22.463	20.605	0.000	20.605
2	74.87	19.2	19.8	104.057	95.402	0.020	95.382
3	74.85	19.5	20.0	129.293	118.376	0.194	118.182
4	74.85	19.6	19.4	131.108	120.004	0.532	119.472
5	74.85	19.4	18.9	120.433	110.305	1.088	109.217
6	74.85	19.3	18.9	64.699	59.280	2.156	57.124
7	74.82	19.3	19.1	39.507	36.184	3.307	32.877
8	74.79	19.1	18.7	29.236	26.786	4.575	22.211

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	74.84	74.59	0.29	0.108	0.119	0.020	0.247
2	72.23	71.99	2.88	1.071	1.179	0.194	2.444
3	67.21	66.98	7.87	2.927	3.324	0.532	6.783
4	58.95	58.75	16.10	5.988	6.616	1.088	13.692
5	43.07	42.93	31.92	11.872	13.117	2.156	27.145
6	25.90	25.82	49.00	18.224	20.120	3.307	41.651
7	11.18	11.15	63.64	23.669	26.169	4.575	54.413
8	0.12	0.12	74.67	27.771	30.684	5.044	63.499

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	20.605	20.358	5.407	0.7330	—0.5376	
						0.7486
2	115.987	113.543	30.157	1.4794	0.4594	
						0.6908
3	234.169	227.386	60.394	1.7810	0.8960	
						0.5618
4	353.641	339.949	90.290	1.9556	1.2068	
						0.3626
5	462.858	435.713	115.725	2.0634	1.5041	
						0.2176
6	519.982	478.331	127.045	2.1039	1.6902	
						0.1585
7	552.859	498.446	132.387	2.1219	1.8038	
						0.1616
8	575.070	511.571	135.873	2.1331	1.8731	

Опытъ XXIII.

Амміакъ при —23,5°.

Количество угля . . . . . = 4.2349 g.

Объемъ „ . . . . . = 2.277 ccm.

Полный объемъ сосуда при —23.5° = 27.420 „

Свободный „ „ „ „ = 25.143 „

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . = 38.4 „

Объемъ вреднаго пространства бюретки . . . . . = 6.01 „

Откачиваніе до давленія 0.001 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія амміака $\alpha = 0.00388$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
				Взято газа			
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	74.81	21.8	22.2	25.675	23.302	0.000	23.302
2	74.81	22.0	22.1	54.788	49.687	0.002	49.685
3	74.81	22.1	22.6	131.072	118.835	0.020	118.815
4	74.93	23.1	22.4	357.581	323.556	0.024	323.532
5	74.93	22.9	22.3	224.751	203.496	0.817	202.679

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	75.06	74.78	0.03	0.011	0.014	0.002	0.027
2	74.80	74.52	0.29	0.106	0.135	0.020	0.261
3	73.58	73.30	1.63	0.593	0.757	0.024	1.374
4	63.96	63.71	11.22	4.084	5.218	0.817	10.119
5	—2.10	—2.09	77.02	28.037	35.817	13.238	77.092

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	23.302	23.275	5.496	0.7401	—1.5229	
						0.5021
2	72.987	72.726	17.173	1.2348	—0.5376	
						0.5576
3	191.802	190.428	44.966	1.6529	0.2122	
						0.5057
4	515.334	505.215	119.296	2.0766	1.0500	
						(0.1235)
5	718.013	640.921	151.341	2.1799	1.8866	

Опытъ XXIV.

Амміакъ при —23.5°.

Количество угля . . . . . = 2.1248 g.

Объемъ „ . . . . . = 1.126 ccm.

Полный объемъ сосуда при —23.5° = 27.420 „

Свободный „ „ „ „ = 26.294 „

Объемъ соединительной трубки при температурѣ воздуха . . . = 38.4 ccm.

Объемъ вреднаго пространства бюретки . . . . . = 6.01 ccm.

Откачиваніе до давленія 0.002 mm. при 400°.

Коэффиціентъ расширенія амміака $\alpha = 0.00388$.

№№	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Баром. давленіе исправл.	Темп. воды.	Темп. воздуха.	Взято газа			
				отсчит.	исправл.	остатокъ пред. опыта.	m.
1	75.26	21.3	21.3	19.357	17.706	0.000	17.706
2	75.26	21.5	21.7	127.688	116.711	0.018	116.693
3	75.23	22.1	22.1	230.516	210.169	0.172	209.997
4	75.15	23.0	22.1	28.592	25.957	2.834	23.123
5	75.11	22.9	22.1	44.680	40.552	4.086	36.466

№№	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
	Высота манометра		Окончат. давленіе.	Приведенный объемъ остатка			
	отсчит.	исправл.		въ сосудѣ.	въ соединительн. трубк.	въ бюреткѣ.	R.
1	75.28	75.01	0.25	0.095	0.117	0.018	0.230
2	72.85	72.57	2.66	1.013	1.238	0.172	2.423
3	36.38	36.24	38.91	14.813	18.108	2.834	35.755
4	21.60	21.51	53.60	20.405	24.944	4.086	49.435
5	—3.97	—3.95	79.06	30.097	36.793	6.998	73.888

№№	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
	M	M—R	a	Lg a	Lg p	$\frac{1}{n}$
1	17.706	17.476	8.341	0.9213	—0.6021	
						0.8550
2	134.399	131.976	62.988	1.7993	0.4249	
						0.3166
3	344.396	308.641	147.304	2.1682	1.5900	
						0.0934
4	367.519	318.084	151.810	2.1812	1.7292	
						0.0960
5	403.985	330.097	157.544	2.1974	1.8979	

Die Adsorption von Gasen durch Kohle.

von

Alexander Titoff.

Zusammenfassung.

1. Es wurde die Adsorption von Wasserstoff, Stickstoff, Kohlendioxyd und Ammoniak durch Kokosnusskohle in dem Temperaturbereich von -79^0 bis 151.5^0 gemessen.

2. Durch mehrere Kontrollversuche ist die Reproduzierbarkeit der Adsorption erwiesen worden.

3. Es ergab sich, dass zwischen $+80^0$ und -80^0 für Wasserstoff der Henry'sche Verteilungssatz gilt.

4. Für die drei andern untersuchten Gase gilt bei konstanter Temperatur die Beziehung:

$$a_t = \alpha p^{\frac{1}{n}}.$$

5. Die adsorbierte Menge lässt sich in einem grossen Temperatur- und Druckgebiet befriedigend durch die Gleichung:

$Lg\, a_t = Lg\, a_0 - (\zeta - \xi\, Lg\, p)\, t$ ausdrücken, wo ζ und ξ in einer einfachen Beziehung zu den obigen zwei Konstanten α und $\frac{1}{n}$ stehen.

6. Abweichungen von dieser Beziehung treten bei Temperaturen auf, die nahe an den Verflüssigungspunkt des betreffenden Gases liegen.

7. Es wurden die Adsorptionswärmen des Stickstoffs, Kohlendioxyds und Ammoniaks durch Kohle gemessen.

8. Dieselben Adsorptionswärmen wurden aus dem Verlauf der Isothermen nach der von Freundlich thermodynamisch abgeleiteten Formel

$$q = \frac{nRT^2}{Lg\, e}(\zeta - \xi\, Lg\, p)$$

in guter Uebereinstimmung mit den gefundenen Werten berechnet.

9. Es wurden die Adsorptionsgeschwindigkeiten des Stickstoffs, Kohlensäure und Ammoniaks in denselben Druckintervallen, wie die Adsorption, gemessen.

Vergleicht man die in einem bestimmten Zeitintervall adsorbierten Mengen, ausgedrückt in Proc. der im Gleichgewicht adsorbierten Menge Gases, so erhält man folgende Regeln.

Die Temperatur hat nur geringen Einfluss auf die Adsorptionsgeschwindigkeit, und zwar erfolgt die Adsorption bei hohen Temperaturen etwas geschwinder.

Die Adsorption verlangsamt sich mit steigendem Druck. Doch ist diese Verlangsamung für verschiedene Gase verschieden.

Ein Vergleich der Adsorptionsgeschwindigkeiten der drei untersuchten Gase bei 0^0 ergab, dass CO_2 am schnellsten adsorbiert wird. NH_3 wird bei kleinen Drucken fast ebenso schnell, bei grossen (bei ca 1 Atm.) bedeutend langsamer adsorbiert. N_2 wird am langsamsten adsorbiert, doch verändert sich seine Adsorptionsgeschwindigkeit nur sehr wenig mit dem Druck. Im Allgemeinen erfolgt die Adsorption sehr schnell. Bei 0^0 und 33 cm. Druck waren in 4 Min. $85^0/_0$ N_2, $91^0/_0$ NH_3, $95^0/_0$ CO_2 adsorbiert.

Mit Ausnahme des letzten Abschnitts über die Geschwindigkeit und des Nachtrags erscheint die Abhandlung gleichzeitig in der Zeitschrift für physikalische Chemie.

Moskau, Physikalisches Institut der Universität.

Entwickelung des Knorpelschädels von Ceratodus.

Von

L. Krawetz.

(Hierzu Taf. IV und V.)

Einleitung.

Die neueren Untersuchungen weisen eine Reihe von frappanten Aehnlichkeiten im Entwickelungsgange zwischen den Dipnoern und den urodelen Amphibien nach. Speziell in Bezug auf den Bau und die Entwickelung des Knorpelcraniums wurden diese Aehnlichkeiten besonders von *Sewertzoff* (7) betont, und wenn *Winslow* (10) durch das Studium der Entwickelungsgeschichte und des Baues des Knorpelcraniums von Protopterus auch zu einer vorsichtigeren Beurteilung der Verwandschaftsbeziehungen zwischen Amphibien und Dipnoern veranlasst wird, so fügt er doch hinzu, der Protopterus sei einer der am meisten spezialisierten Vertreter der Gruppe. *Karl Fürbringer* meint am Schluss seiner umfangreichen Arbeit, er könne sich nur durchaus der Meinung *Semon*'s anschliessen, die in den Worten Ausdruck findet: „die Klasse der Dipnoer diejenige Klasse ist, die den Amphibien verwandschaftlich weitaus am nächsten steht" (2, p. 503). *Sewertzoff* meint direkt, dass der Schädel von Ceratodus bei seiner Entwickelung in vielen Merkmalen eine *grössere Aehnlichkeit mit dem der Amphibien, speziell der Urodelen, als mit irgend einer anderen Tiergruppe* aufweist" (7, p. 604).

Ist dieser Umstand einmal festgestellt[1]), so scheinen mir diejenigen Eigentümlichkeiten im Bau und der Entwickelung von besonderem Interesse zu sein, die einerseits nicht ausschliesslich der Gruppe der Dipnoer eigentümlich sind, andererseits sich aber auch von den bei den Amphibien beobachteten Merkmalen mehr oder weniger scharf unterscheiden. Diesen eigenartigen Charakteren, die auf den ersten Blick nur als Details erscheinen mögen, kommt eine weitgehendere allgemeine Bedeutung zu, wenn wir uns nicht allein mit der Feststellung der Tatsachen genügen lassen, sondern uns über dieselben im Zusammenhange mit allgemeinenen morphologischen Problemen Klarheit zu schaffen suchen. Als auf Beispiele solcher eigenartiger Züge bei Ceratodus liesse sich u. a. auf den Bau der Occipitalregion, auf das Vorhandensein des Hyo-mandibulare etc. verweisen.

Der Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit möchte ich jedoch vorausschicken, dass ich hier lediglich meine tatsächlichen, die früheren Beobachtungen bestätigenden oder vervollständigenden Befunde wiedergebe und mich auf allgemeinere morphologische Erörterungen und Schlussfolgerungen nur soweit einlasse, als dies zur Vollständigkeit der Arbeit unumgänglich notwendig erscheint, da ich anderenorts auf dieselben zurückzukommen gedenke.

Das mir zur Verfügung stehende im Alkohol konservierte Material bezieht sich auf die Stadien 44—48 *Semon*'s (9). Das eine Stadium war annähernd um 3 Wochen älter als das 48-te *Semon*'s (95 Tage nach Ausschlüpfen aus den Eihüllen). In der Bezeichnung der Stadien halte ich mich an *Semon*. Für die Zwischenstadien gebe ich ausser den Bezeichnungen *Semon*'s noch das genaue Alter des Embryos, vom Moment des Abwerfens der Eihüllen an gerechnet, an. (So entspricht z. B. das Stad. von 34 Tagen dem Stad. 46/47 *Semon*'s.)

Von den nach der *Born*'schen Methode angefertigen plastischen Rekonstruktionen sind auf den Tafeln nur 3 zur Darstellung gebracht, da dieselben die allmähliche Folge der Veränderungen

---

[1]) Ich habe hier ausschliesslich die von den erwähnten Autoren behandelten morphologischen Beziehungen im Auge und lasse die Frage von den genetischen Beziehungen der Dipnoer, soweit dieselben in den genannten Arbeiten, ebenso wie bei *Dollo* (Bull. de la Société Belge de Géologie. T. IX, 1895—96) und *Bridge* (Trans. Zool. Soc. XIV, 1898) Erwähnung finden, ganz beiseite.

zur Genüge wiedergeben. Ausserdem ist die Rekonstruktion der Ethmoidalregion des Knorpelcraniums des Embryos Stad. 48 *Semon*, welches dem von *Sewertzoff* (7) beschriebenen entspricht, dargestellt.

Die Bearbeitung des Materials wurde im Institut für Vergleichende Anatomie der Universität Moskau vorgenommen.

Ich benütze die Gelegenheit dem Direktor des genannten Instituts, Herrn Prof. Dr. *M. Menzbier*, der mir das äusserst wertvolle und seltene embryologische Material über Ceratodus in liebenswürdiger Weise zur Bearbeitung überliess, meine grösste Dankbarkeit auszusprechen, ebenso wie dem Assistenten des Instituts, Herrn Dr. *P. Suschkin*, der mich mit seinen Erfahrungen und umfassenden Kenntnissen mit stets gleichbleibender Bereitwilligkeit in meiner Arbeit durch Rat und Tat unterstützte.

Eine wesentliche Förderung meiner Arbeit wurde mir auch durch die erfahrenen Ratschläge vom Herrn Prof. *Sewertzoff*, dem ersten Erforscher der Entwickelungsgeschichte des Knorpelcraniums von Ceratodus, zu Teil. Ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich ihmhier meinen aufrichtigen Dank ausspreche.

Allgemeine Beschreibung.

Ceratodus-embryo, am 21-en Tage nach Abwerfen der Eihüllen, Stad. 45/46 Semon's.

Das Knorpelcranium des betreffenden Stadiums weist einen Bau auf, der zwischen den beiden, von Sewertzoff beschriebenen Stadien steht. Das Cranium besteht hauptsächlich aus Hyalinknorpel, der stellenweise in Prochondralgewebe übergeht. Gewisse Elemente, hauptsächlich die Teile des Kiemenapparates, werden nur durch Anhäufungen embryonaler Mesenchymzellen repräsentiert.

Der Schädel ist ein wenig assymetrisch gebaut, dank einer gewissen Verzögerung in der Entwickelung der linken Hälfte.

Der grösste Teil der Schädelbasis (Fig. 1 u. 2, Taf. I) wird durch die paarigen Parachordalia und ebenfalls paarigen Trabekeln repräsentiert. Die Parachordalia (Pch.) liegen zu seiten der Chorda, so dass die letztere von oben und unten von denselben unbedeckt bleibt und sich nach vorn in die Schädelregion bis zur Hypophyse hin erstreckt. Nur an ihrem äussersten sich verjüngenden Vorder-

ende wird die Chorda von einer dünnen, die Parachordalia verbindenden Knorpellamelle überdeckt. Die auf diese Weise von der unteren Fläche der Chorda und den beiden Parachordalia gebildete Basalplatte steht hinten mit den Gehörkapseln (c. aud.) in Verbindung. Letztere bilden in dieser Region die Seitenwandungen des Schädels und treten oben nicht zusammen. Vorne geht die Basalplatte direkt in die Trabekeln über, die ein wenig länger sind als die Parachordalia und, von der Querlamelle der letzteren etwas nach den Seiten hin abgehend, anfangs in gerader Richtung nach vorn verlaufen, dann aber nach innen einbiegen und einander entgegenwachsen (Fig. 1, 2 *Trab.*); auf diese Weise begrenzen sie eine ziemlich bedeutende Oeffnung der Schädelbasis (Fig. 1, *Fen. bas. cr.*)—die *Fenestra basicranialis.* Vor derselben treten die Trabekeln zur Bildung der unbedeutenden, horizontal liegenden Ethmoidalplatte zusammen. An der Hinterhälfte einer jeden Trabekel erheben sich nach oben und etwas schräg nach aussen die die Seitenwandungen des Schädels bildenden Knorpelplatten mit verdicktem Oberrande—die Alisphenoidknorpel (Fig. 1. *Als.*) nach der Terminologie *Sewertzoff's.* An ihrer Basis sind dieselben verdickt, ebenso wie an ihrem Oberrande, während der mittlere Abschnitt etwas konkav, seiner Längsaxe nach gewissermassen ausgehölt erscheint und eine zur Aufnahme des *R. opht. profundus N. trigemini* dienende Mulde bildet. Der Oberrand zeigt in der Mitte einen unbedeutenden Ausschnitt und über demselben einen kurzen, nach vorne gerichteten Fortsatz (Fig. 2). Auf der einen Hälfte des Schädels dieses Embryos ist der nach hinten gerichtete obere Winkel des Alisphenoidknorpels mit dem oberen und vorderen Winkel der Wandung der Gehörkapsel verschmolzen, während auf der anderen Seite eine solche Verbindung nicht besteht und der Hinterrand des Alisphenoidknorpels ziemlich weit von den Wandungen der Gehörkapsel entfernt ist.

Das Quadratum ist in diesem Stadium gut ausgebildet und steht in so enger Beziehung zur Schädelkapsel, dass die separate Beschreibung desselben im Zusammenhange mit dem Visceralapparat mir unbequem erscheint. Der Körper des Quadratum (Fig. 1, 2. *Quadr.*) stellt ein rundlich-dreikantiges stabförmiges, nach unten vorn und aussen gerichtetes Gebilde dar. Mit seinem unteren gewölbten Ende gliedert es sich dem Meckelschen Knorpel an. Die

anderen Seiten sind entsprechend nach vorn und innen, nach hinten und aussen und endlich nach innen und ein wenig nach hinten gerichtet. Mit dem Schädel wird die Verbindung durch drei Fortsätze, welche die Seitenwandungen des Schädels vervollständigen, vermittelt. Der am stärksten ausgebildete Fortsatz des Quadratum, der Processus palato-basalis, entspringt (Fig. 1, *pr. pal. bas.*) vom Körper desselben in transversaler Richtung, ist direkt nach innen gerichtet und verschmilzt mit den Hinterenden der Trabekeln. Der zweite Fortsatz, der Pr. oticus (*pr. ot.*), entspringt vom Oberende des Quadratum und verschmilzt mit dem vorderen Teil des Hinterrandes der Wandung der Gehörkapsel. Der dritte endlich, der Pr. ascendens (Fig. 2, *pr. asc.*) entspringt etwas medialer als der Pr. oticus vom Quadratum und verschmilzt mit dem Alisphenoidknorpel. Auf der anderen Kopfseite ist der Pr. ascendens noch gar nicht zur Ausbildung gelangt. *Sowohl in dieser, wie auch in den folgenden Stadien ist das gänzliche Fehlen der Pars orbitalis Quadrati bezeichnend.*

Die Schädelkapsel ist, wie leicht ersichtlich, hier bei weitem nicht vollständig. Es fehlt das ganze Schädeldach und in der Schädelbasis bleibt zwischen den Trabekeln ein bedeutender vom Knorpel nicht verschlossener Raum, die Fenestra basicranialis, offen.

Eine Reihe von Oeffnungen lässt sich auch in den Seitenwandungen des Craniums erkennen. Zuvorderst liegt in der Mitte des Alisphenoidknorpels die zum Durchtritt des N. oculomotorius bestimmte Oeffnung (Fig. 2, *For. N. oc.*). Die Lage dieser Oeffnung entspricht derjenigen von Amphibia urodela. Hinter derselben befindet sich die Oeffnung den R. ophtalm. prof. N. trigemini, die von innen und oben durch die Wandungen des Alisphenoidknorpels, von unten durch den Pr. palato-basalis, von aussen durch den Pr. ascendens begrenzt wird.

Noch weiter nach rückwärts lässt sich die grosse, für den Durchtritt der Aeste des N. facialis (Rr. superficialis und buccalis) und des N. trigeminus (R. maxillo-mandibularis) bestimmte Oeffnung erkennen (Fig. 2, For. n. $V_{2,3} + VII_{1,2}$). Dieselbe wird von vorn durch den Pr. ascendens und die Wandung des Alisphenoidknorpels, von unten durch den Pr. oticus, von hinten durch die obere vordere Wandung der Gehörkapsel begrenzt. Auf der anderen Seite

des Schädels fliessen, dank dem Fehlen des Proc. ascendens, die beiden letzteren Oeffnungen zusammen und sind oben offen, da der Alisphenoidknorpel hier noch nicht mit den Wandungen der Gehörkapsel verschmolzen ist.

Hinter dem Quadratum liegt die grosse Oeffnung für den Durchtritt des Ramus mandibularis N. facialis und des R. recurrens (Fig. 1 u. 2. For. n. $VII_{3,i}$).

Dieselbe wird oben und aussen durch den Pr. oticus, vorn durch den Pr. palato-basalis, innen durch die Basalplatte und hinten durch den unteren und vorderen Rand der Wandungen der Gehörkapsel begrenzt. Im unteren und hinteren Winkel der letzteren endlich befindet sich die ziemlich grosse Oeffnung zum Durchtritt des N. glossopharyngeus (Fig. 1 u. 2, For. n. IX).

Um die Beschreibung des eigentlichen Schädels abzuschliessen, muss ich noch einige Worte über den Occipitalabschnitt desselben hinzufügen. Letzterer wird hier noch nicht durch Knorpelelemente repräsentiert und lässt sich nur in zwei Strängen der skeletogenen Schicht der Chorda erkennen, die sich entlang den Seiten der letzteren nach hinten ziehen und je am deren oberen und unteren Rande Stellung fassen (Textfig. 1). An den betreffenden Stellen ist die skeletogene Schicht äusserst deutlich ausgeprägt, wenn sie auch die ganze Chorda umfasst. Aussen zieht sich an den Seiten der Chorda und der erwähnten Skeletogenstränge, sich unmittelbar an die Hinterenden der Parachordalia anschliessend, eine Reihe von Myotomen nach hinten. Das vorderste derselben reicht auf diese Weise weit in den Bereich des Kopfes hinein und kommt mit seinem Vorderende zwischen der Gehörblase und dem Ganglion N. acusticofacialis zu liegen. Von oberen oder unteren Bögen lässt sich nicht das geringste erkennen. Die gegenseitigen Beziehungen der Nerven und Myotome sind folgende: die 1-te Ventralwurzel sowohl auf der einen als auch auf anderen Seite liegt gegenüber dem vierten Myotom. Die erste Dorsalwurzel der einen Seite des Embryos befindet sich gegenüber dem 5-ten, auf der anderen Seite gegenüber dem 6-ten Myotom (gewöhnlichere Stellung).

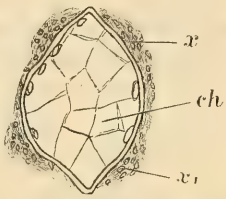


Fig. 1. Querschnitt durch die Chorda. ch — Chorda; x_1x_1 — Stränge der skeletogenen Schicht (schematisch).

Die besprochenen Beziehungen werden durch das Diagram I (nach Sewertzoff) veranschaulicht.

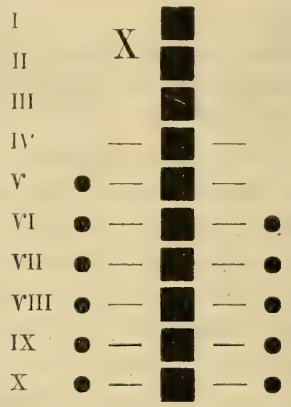


Diagramm I. Occipitalregion von Ceratodus. Die Quadrate bezeichnen die Myotome (I—X); die horizontalen Linien (—) die Ventralwurzeln, die schwarzen Kreise (o) die dorsalen gangliösen Wurzeln.—Der Nervus vagus entspringt vom Gehirn etwas hinter dem I Myotom, hinter der Gehörkapsel.

Es bleiben uns jetzt nur noch einige Bemerkungen über den Bau des Visceral- und Kiemenapparates zu erledigen.

Der Meckel'sche Knorpel (*Car. Meck.*) stellt (cf. Taf. I, Fig. 10, die eine halbschematische Rekonstruktion eines späteren Stadiums wiedergiebt, sich jedoch zur allgemeinen Orientierung gut eignet) eine gebogene Platte mit rundlich-verdicktem Hinterende, das sich dem Unterende des Quadratum angliedert, dar. Die konkave Gelenkfläche befindet sich an der oberen hinteren Seite des verdickten Endes. Vor der Gelenkfläche, die zur Angliederung an das Quadratum dient, erhebt sich der obere Rand des Meckel'schen Knorpels noch höher, fällt jedoch weiter allmählich ab, biegt sich, einen mehr oder weniger gleichmässigen Durchmesser bewahrend, allmählich nach innen und fliesst an seinem Vorderende mit dem Kieferbogen der gegenüber-liegenden Seite zusammen.

Der Hyoidknorpel (*Hyoid.* Fig. 10) liegt nach innen und etwas hinter dem Meckel'schen Knorpel und zeigt an seinem Hinterende gleichfalls eine stark ausgeprägte Verdickung. Er steht hier weder mit dem Quadratum, noch mit dem Cranium in Verbindung, doch

lässt er an seinem nach oben und vorn gekehrten Rande eine Verdickung des Epichondralgewebes erkennen, die nach oben und vorn (*lig.*), und der nach hinten und aussen gerichteten Seite des Quadratums zugekehrt ist.

Der Hyoidknorpel setzt sich aus zwei Knorpelabschnitten zusammen: einem langen hinteren (*Hyoid.*) und einem kleinen rundlichen Knorpelstück, dem Hypohyale (*Hp. H.*). Der ganze Hyoidbogen ist in der Weise gebogen, dass sich an der Längsaxe des Schädels nur die Hypohyalelemente desselben begegnen. Letztere liegen Seite an Seite, nur durch eine Schicht Epichondralgewebes getrennt, während vor ihnen auf der Mittelaxe sich eine sich nach vorne verjüngende Anhäufung von Mesenchymelementen zu erkennen giebt, die hinten in das die vorderen Enden der beiden Hypohyalia (Fig. 11, Taf. II) umgebende Epichondrium übergeht. Diese Anhäufung giebt später dem unpaaren Element des Hyoidbogens, dem Basihyale (*Bs. H.*), den Ursprung.

Der Kiemenapparat zeigt in diesem Stadium eine noch sehr geringe Ausbildung. Vorhanden sind erst 3 Paar knorpeliger Kiemenbögen, während das 4-te noch durch eine Anhäufung mesenchymatöser Zellen an der Innenseite der entsprechenden Kiemensäcke repräsentiert wird.

Das erste Paar unterscheidet sich von den übrigen dadurch, dass es aus zwei Abschnitten zusammengesetzt wird: einem unteren, längeren—dem Ceratobranchiale I (*Cr. Br.* I), und einem kurzen oberen—dem Epibranchiale (*Ep. br.* I). Dieselben stehen mit einander durch einen mesenchymatösen Strang in Verbindung.

Das zweite und dritte Kiemenbogenpaar besteht nur aus je einem Ceratobranchialabschnitt, doch ziehen sich aus Mesenchymzellen zusammengesetzte Stränge, die Anlagen der Epibranchialia II und III, von denselben nach oben und hinten.

Auf diese Weise entwickelt sich der Kiemenapparat von Ceratodus in rostro-caudaler Richtung und es lässt sich nach einem günstig gewählten Stadium der ganze Entwickelungsgang desselben verfolgen.

Wir sehen, dass *die Epibranchialia sich in innigem Zusammenhang mit den Ceratobranchialia entwickeln, jedoch selbständig verknorpeln. Aus dem Vergleich mit den späteren Stadien lässt sich ersehen, dass sich diese Verknorpelung nach hinten bis zur engen*

Berührung der Cerato- mit den Epibranchialia erstreckt (Fig. 2 u. 3, Taf. II. *Ep. Br.* II).

Ausser den erwähnten Elementen des Visceralskeletts und Kiemenapparats lässt sich auf den Schnitten noch ein rundlicher Knorpel erkennen, der in dem sich von der Hinterwand des Quadratum zur vorderen unteren Wandung der Gehörkapsel hinziehenden Bindegewebsstrang eingebettet liegt (Fig. 12. *hyo. mand.* Taf. II; cf. Taf. I, Fig. 10 a) [1]).

Dieser Knorpel zeigt eine sehr unbedeutende Grösse und entspricht in seiner Stellung serial den Epibranchialelementen der Kiemenbögen. Seine Lage ist eine so deutliche, dass an der Identität desselben mit dem von *K. Fürbringer* auf seinen Präparaten erkannten Element (3, Fig. 43, 43 a, T. XL, XLI) nicht gezweifelt werden kann. Auf diese Weise erweist er sich als Anlage des fraglichen Hyomandibulare von Ceratodus. Weiter unten werde ich näher auf dessen Entwickelung und Bau und auf die Frage von der Homologie desselben mit dem oberen Abschnitt des Hyoidbogens der anderen Ichtyopsida eingehen.

Die Beschreibung des Schädels in diesem Stadium abschliessend, muss ich darauf hinweisen, dass die von Sewertzoff so deutlich hervorgehobene Aehnlichkeit des Knorpelcraniums des Ceratodusembryos mit dem der Embryonen der urodelen Amphibien im beschriebenen Stadium höchstens durch die Gliederung des Kiemenapparates vendunkelt wird. Wenn wir uns aber über die letztere hinwegsetzen, so tritt diese Aehnlichkeit nun um so deutlicher dadurch hervor, dass dieselbe hier noch nicht durch den höchst eigenartigen abweichenden Bau der Occipitalregion des Ceratoduscraniums gestört wird.

Im folgenden werden wir nun nur eine kurze Uebersicht der allmählichen Umwandlungen im Bau des Knorpelcraniums während der späteren Entwickelungsstadien entwerfen und näher nur die Entwickelung der Occipitalregion und den Wechsel der gegenseitigen Beziehnugen der beiden Visceralbögen zu einander und zum Schädel betrachten.

---

[1]) Auf der halbschematischen Fig. 10 a, Taf. I, ist dieser Knorpel als bereits mit der Vorderwandung der Gehörkapsel verschmolzen dargestellt.

Allgemeine Uebersicht der weiteren Entwickelung des Knorpelcraniums von Ceratodus.

Wenn wir den Bau der älteren Stadien verfolgen (Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, Taf. I), so lässt sich erkennen, dass die folgenden Veränderungen durch das Auftreten der oberen und unteren Bögen in der Occipitalregion des Schädels, die starke Vergrösserung der Basalplatte nach hinten und nach den Seiten hin, die Volumenzunahme der Gehörkapsel nach hinten zu und das Verwachsen derselben auf eine bedeutende Strecke mit der Basalplatte in der Gehörregion, durch eine schärfere Differenzierung der bereits zur Anlage gelangten Bildungen in der Orbitalregion und endlich durch die Ausbildung der Geruchskapseln veranlasst werden. Was die Occipitalregion anbetrifft, so nehmen, wie bereits Sewertzoff nachwies, an der Bildung derselben *mindestens* die drei vorderen oberen Bögen anteil (Fig. 3, 4, 6, Taf. I).

Dieselben sind anfangs ziemlich weit von der hinteren Grenze der Gehörkapseln entfernt, doch nähert sich der erste Bogen, stark auswachsend und sich nach vorne neigend, allmählich den nach hinten zunehmenden Wandungen der Gehörkapsel. Nach hinten wächst auch die Basalplatte aus und tritt in derselben Richtung mit den Wandungen der Gehörkapsel in Verbindung. Gleichzeitig nimmt die für den Austritt des N. glossopharyngeus bestimmte Oeffnung (*For. n. gl.*) an Umfang stark ab, da der ganze vordere Teil derselben nun durch Knorpelgewebe abgeschlossen wird. Der ganze Prozess ist leicht aus dem Vergleich der Fig. 1, 4 u. 6 ersichtlich, wenn wir uns eine senkrecht zur Chorda gehende Linie durch die Austrittsöffnungen des N. glossopharyngeus gezogen denken.

Dabei wird beim Embryo unseres ersten Stadiums (Fig. 8) diese Linie die Basalplatte nicht berühren. In einem späteren Stadium wird dieselbe die Basalplatte zwar treffen, wird jedoch am Berührungspunkt am Hinterende der Gehörkapsel und der Basalplatte (*pl. Bas.* Fig. 4) vorüberziehen, und endlich im spätesten Stadium wird diese Linie sowohl die Gehörkapsel, als auch die Basalplatte vor der hinteren Grenze der Berührungslinie dieser beiden Bildungen treffen.

Im Orbitalabschnitt beschränken sich die Veränderungen auf eine Verdickung der Trabekelwandungen und des Alisphenoidknorpels;

der Processus ascendens (Fig. 3, *pr. asc.*), der lange Zeit über unentwickelt bleiben kann, verschmilzt endgültig mit der Wandung des Alisphenoidknorpels (Fig. 7), während der letztere seinerseits immer inniger mit den Wandungen der Gehörkapsel verwächst und dadurch die Durchtrittsöffnungen der Aeste des V. u. VII. Nervenpaares verengt.

Der kleine Vorsprung, der sich in der Mitte des Oberrandes des Alisphenoidknorpels anlegt, nimmt bedeutend an Länge zu (l. Fig. 2, 3, 5, 7, 8) und geht in innige Beziehungen zu dem Skelett der Geruchskapseln ein. Dieser Vorsprung entspricht zweifellos der Lamina cribrosa der urodelen Amphibien. An der vordersten Grenze der Trabekeln und des Alisphenoidknorpels endlich entsendet die Trabekularplatte einen Fortsatz nach vorn, unten und aussen, der gleichfalls nach und nach an Grösse zunimmt (*Ant pr.* Fig. 3, 4, 5, 7, 8). Dieser Fortsatz der Trabekeln entspricht dem Proc. antorbitalis der urodelen Amphibien (Ethmoidal-Fortsatz Sewertzoff's, Postnasalknorpel Fürbringers, upper labial cartilages 2 Hyxley's).

Etwas nach hinten und dorsal von diesem Fortsatz tritt die Verknorpelung eines Gewebsdistriktes in Form eines kleinen Bogens vom unteren Winkel des Vorderrandes des Alisphenoidknorpels in der Richtung der Trabekeln ein und auf diese Weise wird die Austrittsöffnung des N. opticus (Fig. 3, Taf. I, *For. N.* II) begrenzt. Weiterhin verknorpelt auch das Gewebe zwischen der hinteren Hälfte der Knorpelbrücke und dem Vorderrande der Alisphenoidknorpels.

Dadurch werden die Verhältnisse erzielt, die wir in späteren Stadien (Fig. 5 u. 7) beobachten, d. h. der Oberrand der Alisphenoidregion wird glatt und die Wandung selbst verlängert sich nach vorn, wo sie von der Austrittsöffnung für den N. opticus [1]) durchbohrt wird.

Was die Ethmoidalregion anbetrifft, so sind die hier eintretenden Veränderungen von tiefgehenderer Bedeutung.

[1]) Etwas unterhalb der Austrittsöffnung der Nerven des III. Paars treffe ich stets noch eine kleine Oeffnung an, die in der Mulde des Alisphenoidknorpels liegt (Fig. 7. *For. c. a.*). Dieselbe dient zur Aufnahme der Arteria carotis. Es ist mir nicht gelungen festzustellen, ob dieselbe auch zum Austritt von Nerven in irgendwelcher Beziehung steht.

Wir haben uns davon überzeugt, dass die Enden der Trabekeln durch ihre Verschmelzung am Vorderende die Entstehung einer kleinen Ethmoidalplatte veranlassten (*Pl. Ethm.* Fig. 1). Die weiteren Veränderungen bestehen darin, dass die Ethmoidalplatte nach vorn auswächst (Fig. 3, 4) und an ihrem Vorderende zwei nach aussen und ein wenig nach hinten gerichtete Fortsätze entsendet (*pr. v.* Fig. 3, 4). Später wächst die Vorderwand der Ethmoidalplatte nach oben und hinten aus und bildet das hohe Septum nasale (*Sept. n.* Fig. 5), von dessen Oberrand seinerseits an beiden Seiten zwei nach oben, hinten und aussen gerichtete Fortsätze entspringen. Es sind dies die Processus dorsales (Fig. 5, *pd.*) septi nasalis. Was die oben erwähnten Fortsätze (*pr. v.*) anbetrifft, so zeigt die Entwickelungsgeschichte, dass wir es in ihnen nicht mit Vorsprüngen der freien Enden der Trabekeln, sondern mit der Vorderwand des Septum nasale zu tun haben und dass sie folglich dem Processus ventrales der Nasenkapseln der urodelen Amphibien entsprechen.

Das Septum nasale endlich wächst bedeutend in die Breite und entsendet Fortsätze zweiter Ordnung nach dem Processus ventralis und dorsalis. Der Processus dorsalis vereinigt sich gleichzeitig mit der Lamina cribrosa (Fig. 7, 8), während der Pr. ventralis seinerseits mit einem ihm von der Verwachsungsstelle der Lamina cribrosa mit dem Pr. ventralis entgegenwachsenden Fortsatz verschmilzt. Dieses Bild lässt sich an ein und demselben Embryo verfolgen (Rek. Fig. 8), da die Entwickelung auf der linken Seite etwas zurückbleibt.

Winslow (10) weist in seiner Arbeit auf die ausserordentliche Schwierigkeit hin ein allgemeines Schema des Baues der Skeletteile der Nasenkapseln bei den urodelen Amphibien aufzustellen. Von um so grösserem Interesse ist die Leichtigkeit, mit welcher sich die Entwickelung des Skelets der Nasenkapseln des Ceratodusembryos durch die, für die verschiedenen Teile des Nasenkapselskelets der Amphibien geschaffenen, Bezeichnungen ausdrücken lässt.

Jedenfalls weist der Bau des Skelets der Nasenkapseln des Ceratodusembryos eine so grosse Aehnlichkeit mit demjenigen der Urodelenembryonen auf, dass die Unterschiede im Bau zwischen Ceratodus und Plethodon z. B. geringer sind als zwischen Plethodon und Necturus.

Gleichzeitig entwickelt sich das Skelet der Nasenkapseln bei Ce-

ratodus, ganz ebenso wie bei den urodelen Amphibien, nicht selbständig, sondern im engsten Zusammenhange mit der Ethmoidalplatte, wächst aus derselben heraus und umschliesst von den Seiten, von oben und vorn die Kapseln der Riechsäcke.

Für Ceratodus und viele urodele Amphibien endlich ist die Anteilnahme des Vorsprunges des Ethmoidalabschnittes des Craniums an der Bildung des Skeletes der Nasenkapseln bezeichnend.

Ohne auf die von Sewertzoff aufgestellten Thesen in Bezug auf den Bau und die Entwickelung des Knorpelcraniums von Ceratodus einzugehen, will ich hier nur betonen, dass sämmtliche bis jetzt angeführten Daten den allgemeinen Grundsatz Sewertzoff's von der Aehnlichkeit im Bau des Knorpelcraniums der Ceratodus- und Urodelenembryonen nur durchaus bestätigen.

Eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten bringen die Knorpelcranien der Embryonen beider genannten Gruppen einander näher, und ich bin mit Absicht näher auf den Bau gewisser Abschnitte des Knorpelcraniums eingegangen, um zu zeigen, dass die Uebereinstimmung häufig bis ins Detail geht (z. B. der Bau und die Entwickelung der Nasenkapseln, die Beziehungen der Austrittsöffnungen der Kopfnerven, unter anderem des N. oculomotorius).

Nach diesem kurzen allgemeinen Ueberblick über die Entwickelung des Craniums von Ceratodus, scheint es mir geboten auf folgende Punkte etwas näher einzugehen: 1) auf eine eingehendere Untersuchung des Baues und der Entwickelung der Occipitalregion des Kopfes von Ceratodus und 2) auf die in der Region der zwei Visceralbögen stattfindenden Veränderungen, d. h. also auf die Eigentümlichkeiten, welche den Knorpelschädel von Ceratodus am schärfsten vom Knorpelcranium der urodelen Amphibien unterscheiden.

Bau und Entwickelung der Occipitalregion des Ceratodusschädels.

Bei der Beschreibung des Baues der Occipitalregion des Schädels von Ceratodus im Stadium $^{45}/_{46}$ Semon's (21 T.) habe ich bereits erwähnt, dass sich hinter dem Caudalende der Parachordalia von jeder Seite der Chorda zwei Stränge skeletogenen Gewebes nach

rückwärts hinziehen und dass sich in diesem Stadium von oberen oder unteren Bögen noch keine Spur erkennen lässt. Während der folgenden Stadien wechselt dieses Bild stark. An den Seiten der Chorda treten im Bereich der oberen Skeletogenstränge die oberen Bögen zwischen je zwei Myotomen auf. Gewöhnlich kommt der erste Bogen zwischen dem 5-ten und 6-ten Myotom zur Anlage, doch hat sich beim Embryo des Stad. $^{46}/_{47}$ (Semon's, 34 Tage) auf der rechten Seite der 1-te Bogen zwischen dem 6-ten und 7-ten Myotom entwickelt. Die Beziehungen zwischen den Nerven, Myotomen und oberen Bögen sind hier folgende (cf. Diagramm II):

Diagramm II. Das Diagramm ist nach Sewertzoff zusammengestellt. Bezeichnungen: die dunklen Quadrate—die erhalten bleibenden Myotome, die schraffierten—verschwindende Myotome; die Linien—ventrale Wurzeln der Spinalnerven; dunkle Kreise — Ganglien der sensiblen Wurzeln der Spinalnerven; helle Kreise—obere Bögen.

Auf diese Weise sind hier vor dem ersten Bogen drei Nerven vorhanden, wobei der letztere eine ventrale und dorsale Wurzel aufweist.

Die Beziehungen der Bögen zur Chorda lassen sich aus Rek. Fig. 3 u. 4 Taf. I ersehen[1]).

---

[1]) In engstem Zusammenhange mit dem II. oberen Bogen, unmittelbar hinter demselben (Arc. n. II, Fig. 3, 4, Taf. I) liegt ein kleiner Knorpel. Aehnliche Bildungen lassen sich häufig in verschiedenen Abschnitten der Wirbelsäule beobachten. Es sind dies rudimentäre Intercalaria, die Karl Fürbringer (2) selbst an erwachsenen Exemplaren suchte.

Die skeletogenen Schichten verknorpeln nun bereits und stellen die Verbindung der Bögenbasen mit dem Hinterende der Parachordalia her. In der Region des Vorderabschnittes des I-ten Myotoms sind diese skeletogenen Schichten bis zur völligen Verschmelzung miteinander verbreitet und bilden die unmittelbare Fortsetzung der Parachordalplatten. Mit den ventralen Wandungen der Gehörkapseln verschmilzt dieser Schädelabschnitt ebenso wie die eigentlichen Parachordalia. Der ganze Unterschied besteht darin, dass die früher einheitlichen Parachordalplatten hier gewissermassen von den in Entwickelung begriffenen Myotomen (das I-te Myotom des Diagramms) durchbrochen sind und eine jede sich in eine Röhre umgewandelt hat (Fig. 13). (Der auf Fig. 13 dargestellte Schnitt ist zwischen dem Gl. acust.-fac. und Gl. gloss.-phar. gelegen.) Etwas weiter nach hinten erweitert sich mit der Verbreiterung des Myotoms auch der die Parachordalplatte jeder Seite durchbohrende Kanal (Fig. 14). In der Region des Austritts des N. glossopharyngeus erweitert sich dieser Kanal innerhalb der Parachordalia bis zu einem solchen Grade, dass sich die Parachordalröhren in Rinnen, deren offene Seite nach innen, der Chorda zugekehrt sind, verwandeln (Fig. 15). Erst weiter nach hinten, hinter den Gehörkapseln, nimmt der mittlere Abschnitt des I-ten Myotoms eine normale Lage ein und ist nicht in eine Knorpelröhre eingeschlossen. Von dieser Stelle an ziehen sich von neuem unabhängig voneinander je zwei Knorpellagen an beiden Seiten der Chorda entlang.

Während der späteren Stadien (Embr. v. 95 Tagen) werden die beiden ersten Myotome völlig reduziert und an ihre Stelle tritt der Knorpel der auswachsenden Parachordalröhren, der nun völlig den früher von den Myotomen eingenommen Platz ausfüllt (Fig. 16). Weiter nach hinten lässt sich nun auf den entsprechenden Schnitten genau dasselbe Bild beobachten, das wir bei jüngeren Stadien nur in der Region des hinteren Abschnittes des I-ten Myotoms antrafen.

Auf diese Weise wachsen im Stadium von 95 Tagen (älter als das Stadium 48 Semon's) die primären Parachordalia nach hinten über zwei Segmente vor und verdrängen die entsprechenden Myotome, teilen sich dann in zwei Stränge, von denen der obere sich zu der Basis der oberen Bögen, der untere zur Basis der unteren Bögen hinzieht (Fig. 6, Taf. I u. Fig. 17, Taf. II). Die Reduktion der tiefliegenden Teile der folgenden Myotome und die Verschmel-

zung der oberen und unteren Stränge würde in einem späteren Stadium in dieser Region zur Bildung ebenso typischer Parachordalplatten wie im vorderen Teil des Chordalabschnittes des Schädels führen.

Würden die oberen und unteren skeletogenen Schichten von Anfang an in der ganzen Breite der Chorda verknorpeln, so würde die Uebereinstimmung mit den Parachordalia der urodelen Amphibien nur durch das Vorhandensein von segmentierten Myotomen gestört werden und gleichzeitig liesse sich dieser Abschnitt der Parachordalia leicht mit dem segmentierten hinteren Abschnitt der Parachordalia der Haie (8) vergleichen.

Würde der I-te (v) metaotische Somit von Ceratodus (2-ter Somit nach Greil [5]) ebenso früh verschwinden, wie bei den Haien (erster nach Brauss), ohne dass es zur Anlage von Muskelfasern kommt, so würden die Parachordalia in dieser Region einen ebenso typischen Bau aufweisen, wie weiter nach vorn.

Auf diese Weise *sind wir nicht genötigt diesen Abschnitt der Parachordalia, wie er im Bereich der beiden ersten metaotischen Somiten rsp. Myotome zur Ausbildung gelangt, als besondere, sekundäre Bildung anzusehen.*

Weiter ist die Bildung zweier selbständiger skeletogener Schichten an den Seiten der Chorda, deren spätere Verschmelzung miteinander in der Region der beiden ersten Myotome und Trennung in der Gegend der folgenden Myotome geschieht, nichts anderes als ein Ausdruck verschiedener Differenzierung ein und desselben Grundelementes, welches nach vorne in Form der Parachordalplatten, nach hinten in der Region der sich nicht rückbildenden Myotome in Gestalt zweier selbständiger Stränge auftritt.

Die Parachordalia, in dieser weiten Bedeutung des Wortes, erstrecken sich stets bis zum 1-ten segmentierten Abschnitt des Axialskelets. Meist reichen sie bis an die Basis des 1-ten oberen Bogens heran und finden ihren Abschluss zwischen dem 5-ten und 6-ten Myotom (oberer Strang) und an der Basis des 1-ten unteren Bogens zwischen dem 7-ten und 8-ten Myotom (Fig. 6) (unterer Strang).

In den Fällen, wo der 1-te obere Bogen zwischen dem 6-ten und 7-ten Myotom zur Anlage kommt, erstreckt sich der obere Strang bis zum Myokomma zwischen dem 6-ten und 7-ten Myotom und

erreicht wiederum die Basis des 1-ten oberen Bogens (Fig. 3, 4, Taf. 1).

Auf diese Weise geht ein ganzes Segment des segmentierten Occipitalabschnittes des Schädels in den Bereich des unsegmentierten Abschnittes desselben über und dieser Prozess muss hier als Resultat einer eigenartigen Differenzierung der skeletogenen Elemente betrachtet werden: *das erste Skeletsegment (der Bogen) kommt nicht zur Anlage, — die Parachordalia greifen um ein Segment nach rückwärts über.* Daraus folgt, dass die *Parachordalia im Schädel an Stelle der unteren und oberen Bögen treten, und zwar nicht als Verschmelzungsprodukt der einzelnen Segmente, sondern infolge einer Umdifferenzierung der dem Rumpf und dem Schädel in dessen chrordalen Abschnitt gemeinsamen skeletogenen Elemente.*

Versuchen wir nun zu verfolgen, wie sich die hier dargelegte Auffassung mit den Daten über den Bau des eigentlichen Occipitalabschnittes beim Embryo und beim erwachsenen Tier in Einklang bringen lässt.

Der Bau des Occipitalabschnittes des ausgewachsenen Ceratodus wurde sehr ausführlich von Karl Fürbringer (2) behandelt und ich kann zu dieser Beschreibung nur äusserst wenig hinzufügen. So kann ich die Angaben Fürbringers in Bezug auf die Reduktion des zweiten Occipitalbogens (Fig. 6, Taf. I) nur in vollem Umfange bestätigen. Doch schwankt diese Reduktion auch beim ausgewachsenen Tier in grösserem oder geringerem Maasse; bisweilen ist die Reduktion eine vollständige, zuweilen aber kommt sie nur an einer Seite des Schädels zum Ausdruck.

So war an der linken Hälfte eines Ceratodusschädels (Exemplar der Sammlung des Instituts für Vergleichende Anatomie d. Univ. Moskau) nach Aufhellung derselben in Glycerin ein verknöchertes Rudiment des zweiten Occipitalbogens deutlich zu erkennen (Fig. 9, Taf I). Der proximale Teil desselben hat sich nach Verlust seiner Selbständigkeit augenscheinlich nur teilweise erhalten und ist mit dem proximalen Abschnitt des 1-ten Occipitalbogens verschmolzen. Darauf weist auch die ungewöhnlich verbreiterte Basis des ersten Bogens beim ausgewachsenen Tier und der Bau desselben beim Embryo hin (cf. Fig. 9 u. 13). Die Verknöcherung des 3-ten Occipitalbogens kommt deutlich zur Ausbildung, ist jedoch, wie alle drei Bögen, in die Knorpelmasse so vollständig eingebettet, dass sie vor

der Aufhellung selbst am der Länge nach zersägten Schädel kaum erkennbar ist. An der rechten Seite ist nicht die geringste Spur des 2-ten Occipitalbogens zu erkennen; derselbe ist hier völlig reduziert. Was die Nerven des Occipitalabschnittes anbetrifft, so lassen sich hier gewisse antimere Verschiedenheiten nachweisen. An der linken Seite (Fig. 9, Taf. I) folgen auf die zwei Occipitalnerven (y^v, z^{vd}) (die Dorsalwurzel kommt nur sehr schwach zur Ausbildung) die occipito-spinalen Nerven a^{vd}, b^{vd}. An der anderen Seite sind dieselben Nerven vorhanden, von z ist jedoch nur die Ventralwurzel (z^v) ausgebildet.

Stellen wir die Daten M. und P. Fürbringers zusammen, so lassen sich folgende Schemata des Baues der Occipitalregion von Ceratodus entwerfen:

x^v, y^v, z^{vd}, a^{vd}, b^{vd}, 3^{vd}
x^v, y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, 3^{vd}
y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, c^v, 3^d
y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd}, 3^{vd}
y^v, z^{vd}, a^{vd} b^{vd}, 3^{vd}. Exemplar der Sammlung des Instituts f. Vergl. Anat. d. Univ. Moskau.

Die Vergleichung dieser Schemata ergiebt eine individuelle Schwankung in der Anzahl der Occipitalnerven von Ceratodus zwischen 2 (y, z) und 3 (x, y, z), wobei z bisweilen als reiner Spinalnerv auftritt (z^{vd}).

Häufiger sind zwei, seltener drei Occipitalnerven vorhanden. Diese Tatsache bestätigt gewissermassen die allgemeine These M. Fürbringers von der geringeren Beständigkeit der vorderen Occipitalnerven. K. Fürbringer, der sich streng an die Ergebnisse M. Fürbringers hält (3), korrigiert die, mit den Daten des letzteren nicht ganz in Einklang stehenden Angaben Sewertzoff's (7) in Bezug auf die Spino-occipitalnerven von Ceratodus.

Beim Studium der Ceratodusembryonen nämlich konstatierte Sewertzoff das beständige Auftreten des 1-ten Spino-occipitalnervs am 4-ten metaotischen Myotom und homologisiert denselben mit dem Nerv x^v des erwachsenen Ceratodus, wobei er die durchaus natürliche Voraussetzung macht, dass die ersten 5 Nerven des Embryos den Nerven x^v, y^v, z^v, a^{vd}, b^{vd} des erwachsenen Tieres entsprechen.

Von der Voraussetzung, dass beim Embryo der erste untere Bogen zwischen dem 7-ten und 8-ten Myotom zur Anlage kommt und der Kopfrippe von Ceratodus entspricht, kommt Sewertzoff zum Schluss, dass am Aufbau der Occipitalregion bei Ceratodus drei Segmente Anteil nehmen, da sich der erste obere Bogen (rsp. Occipitale laterale des erwachsenen Tieres) zwischen dem 5-ten und 6-ten Segment entwickelt.

Diese Verhältnisse sind in dem folgenden Diagramm Sewertzoff's (7) veranschaulicht.

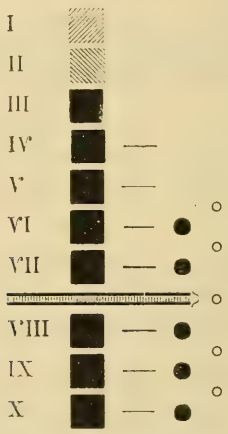


Diagramm III. Bezeichnungen wie im vorhergehenden.

Es erweist sich dabei, dass der hintere Occipitalnerv *z* hinter dem 1-ten oberen Bogen zu liegen kommt. Letzterer Umstand stimmt nicht mit den Angaben M. u. K. Fürbringer's überein.

K. Fürbringer behauptet zur Berichtigung der Angaben Sewertzoff's den Nerv (*x*) dem 3-ten Myotom gegenüberstellen zu müssen. Dann werden die Schemata Sewertzoff's gut mit den am erwachsenen Ceratodus beobachteten Beziehungen bei Vorhandensein von 2. und 3. Occipitalnerven übereinstimmen.

Auf diese Weise macht K. Fürbringer die durchaus hypothetische Voraussetzung, dass der 1-te Ventralnerv des Embryos gegenüber dem 3-ten Myotom zur Ausbildung gelangt und dass Sewertzoff den betreffenden Nerv einfach übersehen hat. Ich kann meinerseits die Angaben Sewertzoff's jedoch nur in vollem Umfange bestätigen.

Im nebenstehenden Schema sind die von mir beobachteten Beziehungen veranschaulicht:

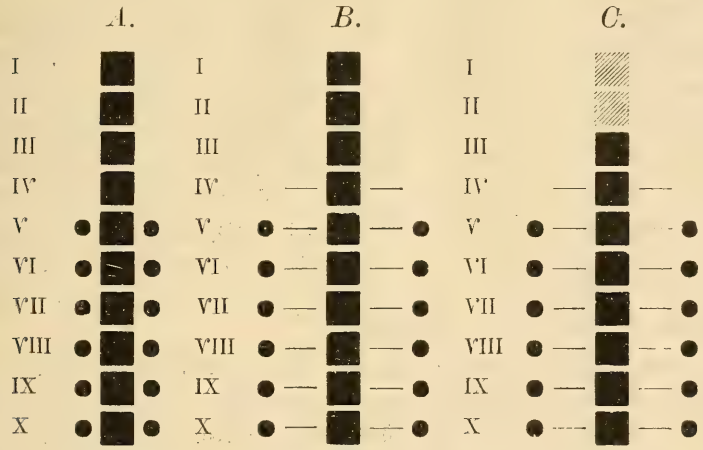


Diagramm IV. Bezeichnungen wie im vorhergehenden.

A: Stad. d. Embr.	44 Semon's. 9 Tage.				
B: „ „	$^{45}/_{46}$ Sem. 21 Tage.				
C: „ „	$^{46}/_{47}$ Sem. 34 u. 95 Tage.	47 Sem. 42 Tage.	$^{47}/_{48}$ Sem. 46—59 Tage.	48 Sem. 63 Tage.	95 Tage.

Meist lag die erste sensible Wurzel in frühen Stadien gegenüber dem 5-ten Myotom und blieb nur in Ausnahmefällen während der späteren Stadien erhalten (Embr. v. 21 Tagen). Gegenüber dem 3-ten Myotom habe ich kein einzigen Mal einen Ventralnerv entdecken können. *Die 1-te Ventralwurzel lag stets gegenüber dem 4-ten Myotom und trat stets ebenso konstant auf wie die folgenden.*

Wenn wir den Umstand in Betracht ziehen, dass das Vorhandensein dreier Occipitalnerven nicht besonders selten ist, fällt es schwer die vergleichend-anatomischen Daten M. u. K. Fürbringer's mit den embryologischen Befunden Sewertzoff's, deren Genauigkeit durch meine Untersuchungen bestätigt wird, in Einklang zu bringen. Doch lässt sich dieser Widerspruch unschwer beseitigen, wenn wir uns die Veränderlichkeit der Beziehungen der

Skeletelemente zueinander, deren ich erwähnte, ins Gedächtnis zurückrufen.

Kehren wir zum Bau der Occipitalregion des Embryos d. Stad. v. 34 Tagen (Stad. 46 47 Semon's), bei welchem der erste Occipitalbogen erst zwischen dem 6-ten und 7-ten Myotom zur Anlage kommt, zurück. In diesem Falle liegen vor dem 1-ten oberen Bogen gerade 3 Nerven, die wir beim erwachsenen Tier als Nerven (x, y, z) bezeichnen würden. Entwickelt sich nun der erste Bogen, wie gewöhnlich, zwischen dem 5-ten und 6-ten Myotom, so werden beim erwachsenen Tier vor dem ersten Occipitalbogen 2 Nerven zu liegen kommen, die dann mit (y und z) zu bezeichnen wären, obwohl sie in Wirklichkeit den beiden vorderen Nerven des vorhergehenden Falles (x, y) entsprechen.

Als indirekte Bestätigung dieser auf direkten Beobachtungen beruhenden Schlussfolgerung kann der Umstand dienen, dass obwohl der dem 5-ten Myotom gegenüberliegende Nerv häufig mit 2 Wurzeln ($2^{vd}d$. Embryos) auftritt, die dorsale Wurzel desselben sehr bald rückgebildet wird und der erste, *mit einer beim Embryo erhalten bleibenden Dorsalwurzel* versehene Nerv gegenüber dem 6-ten Myotom liegt.

Selbstverständlich lässt sich, bei Vorhandensein zweier Occipitalnerven seltener die Ausbildung des Nervs z mit zwei Wurzeln, einer ventralen und einer dorsalen, erwarten, als bei Vorhandensein dreier Occipitalnerven (wenn wir uns an die Bezeichnungsweise Fürbringers halten).

Soviel mir bekannt, wurde der Bau der Occipitalregion von Ceratodus, der im Schema

$$-y^{v},\ z^{vd},\ a^{vd},\ b^{vd}-$$

Ausdruck findet (*cf.* Fig. 9), in der Literatur, ausser dem eben besprochenen Falle, noch nirgends erwähnt.

Bemerkenswert ist, dass M. Fürbringer bei Vorhandensein dreier Occipitalnerven die *beiderseitige* Ausbildung der sensiblen Wurzel (z^{d}) beobachtete, während in dem von mir besprochenen Falle, *bei Vorhandensein zweier Occipitalnerven*, die sensible Wurzel (z^{d}) äusserst mangelhaft entwickelt war und zwar nur an *einer* Seite konstatiert werden konnte.

Die obigen Erwägungen weisen nochmals darauf hin, dass

detaillierte Fragen der Metamerie der Occipitalregion des Schädels sich nicht auf vergleichend-anatomischem Wege völlig befriedigend lösen lassen, dass sie jedoch dem *Wesen* der Theorie der Spino-occipitalnerven M. Fürbringers keineswegs widersprechen.

Die Angaben sowohl Fürbringers selbst, als auch Sewertzoff's weisen deutlich darauf hin, dass im hinteren Abschnitt des Schädels die Skeletelemente die am wenigsten stabilen und die veränderlichsten sind, während die Elemente des peripheren Nervensystems eine grössere Beständigkeit aufweisen. Ist dem in der Tat so, so treten als Ursachen der Coenogenese, in der ontogenetischen Entwickelung, die Veränderungen der am wenigsten beständigen Elemente, im gegebenen Falle die segmentierten Skeletelemente, in den Vordergrund. Stabil und beständig dagegen sind sämtliche Spino-occipitalnerven des betreffenden Tieres.

Individuell tritt die Grenze zwischen Kopf und Rumpf dadurch nach hinten zurück, dass die Differenzierung der Elemente des Axialskeletes des Rumpfes sich um ein Segment nach rückwärts verschiebt. Wir brauchen blos anzunehmen, dass diese Verlegung nach rückwärts dank den einen oder anderen Ursachen zu einer bei den meisten Individuen beständigen Erscheinung wird, so werden wir bei der Mehrzahl der Exemplare 3 Occipitalnerven (x, y, z) und 2 Occipito-spinalnerven a^{vd}, b^{vd}, zählen. Auf diese Weise findet, wie individuell in diesem Falle, die Vergrösserung des protometameren Abschnittes des Neocraniums auf Kosten des auximetameren Abschnittes statt.

Vielleicht werden weiterere Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Occipitalregion bei Cryptobranchus, bei welchem der Nerv (x?) entdeckt wurde, den Ursprung des letzteren durch das ebenso wie bei Ceratodus Zurücktreten des 1-ten Skeletsegmentes um ein Metamer erklären.

Wenn ich die Schilderung des Differenzierungsprozesses der Skeletelemente in der Occipitalregion von Ceratodus zur Erklärung des verschiedenartigen Baues des auxi- und protometameren Abschnittes des Neocraniums beim erwachsenen Tier in den Vordergrund rücke, so will ich dadurch betonen, dass es jedenfalls fehlerhaft wäre die Bildung des protometameren Abschnittes des Schädels ausschliesslich auf die Verschmelzung ursprünglich selbständig zur Anlage gelangender Skeletelemente zurückführen zu wollen.

Ebenso wie bei Ceratodus kann eine Vergrösserung dieses Schädelabschnittes auch bei anderen Wirbeltieren auf Kosten der auswachsenden Parachordalia und bei gleichzeitigem Verschwinden der Anlage der einzelnen Skeletsegmente des autometameren Abschnittes stattfinden.

Meine Erwägungen sollten nur darauf hinweisen, dass die Lösung dieser Frage im Sinne der allgemein herrschenden Anschauungen ebenso einseitig wäre, wie die Verallgemeinerung der hier besprochenen Tatsachen ohne vorhergehendem *embryologischem* Studium verschiedener Wirbeltiergruppen in dieser Richtung.

Entwickelung und Bau des Visceralapparates.

Ich werde die Entwickelung des Kiemenapparates nicht eingehender schildern. Zur allgemeinen Orientierung sei nur auf Fig. 10 Taf. I hingewiesen, auf welcher alle, in diesem Stadium (46/47 Semons, 34 Tage) vorhandenen Elemente dargestellt sind. Vier Bögen sind hier bereits gut ausgebildet. Die drei vorderen bestehen aus je zwei Abschnitten, einem Cerato- und einem Epibranchiale (C. Br. I, II, III; Ep. Br. I, II, III), während der vierte nur durch ein Ceratobranchiale repräsentiert wird.

Im ältesten Stadium, das mir vorlag, waren bereits alle 5 Kiemenbögen ausgebildet, wobei die vier vorderen die für Ceratodus bezeichnende Einteilung in 2 Abschnitte zeigten.

Vom Interesse ist der Umstand, dass in vielen Fällen das Epibranchiale des II-ten Kiemenbogens mit seinem hinteren und oberen Ende in innige Beziehung zur Wandung der Gehörkapsel trat und von derselben nur durch eine feine Epichondriummembran geschieden war.

Der Hyoidbogen setzt sich aus drei Knorpelstücken zusammen, von denen das Ceratohyale (Hyoid.) die grösste Länge aufweist. Auf das letztere folgt ein rundliches Knorpelstück, das Hypohyale (Hp. H.) (Copulare) und schliesst sich dem mittleren unpaaren Abschnitt des Hyoidbogens—der Copula oder Basihyale (Bs. H)—an.

Das bedeutendste Interesse beansprucht das weitere Schicksal des Knorpels, den sowohl Sewertzoff (7), als auch Fürbringer (2) als Hyomandibulare, d. h. als den oberen Abschnitt des Hyoidbogens von Ceratodus in der Voraussetzung ansprechen, dass dieses Knor-

pelstück dem schon von Huxley (6) so bezeichneten Element des erwachsenen Ceratodus entspricht.

Ehe wir zur Entwickelung desselben übergehen und seine morphologische Bedeutung behandeln können, muss ich noch einer Verschiedenheit in der Auffassung der Tatsachen zwischen den genannten Autoren erwähnen. Sowohl Fürbringer, als auch Sewertzoff bringen dieses Knorpelstück auf ihren Abbildungen zur Darstellung; doch während auf den Abbildungen Fürbringers (43, 43 *a*, Taf. XL, XLI) der Knorpel die auch von mir beobachtete (Fig. 10, Hyo. mand.), in Bezug auf die folgenden Epibranchialia seriale Stellung einnimmt, stellt Sewertzoff denselben anders dar und weist darauf hin, dass derselbe die Verbindung zwischen dem Processus oticus Quadrati und dem Hyoideum unmittelbar hinter dem Ramus hyomand. N. facialis herstellt.

Wie ich weiter unten dartun werde, stehen wir hier vor keinem Widerspruch, da es mir gelungen ist beide von Fürbringer und Sewertzoff beschriebenen Bildungen an ein und demselben Embryo nachzuweisen, und nur dem Mangel an Material ist es zuzuschreiben, dass Sewertzoff das von Fürbringer beschriebene Element nicht konstatieren konnte.

In dem von mir bereits besprochenen (Fig. 3, 4, 10) Stadium 46/47 Semon's (Embr. v. 34 Tage), ebenso wie in dem jüngeren 45/46 Semon's, (21 Tage. Fig. 12) liegt der Hyomandibularknorpel (wie wir denselben vorläufig bezeichnen wollen) in dem den Pr. palato-basilar. Quadrati mit der unteren vorderen Wandung des Gehörkapsel verbindenden Bindegewebsstrang eingebettet (Fig. 10, *Hyo- Mand.*) und zwar serial in Bezug auf die Epibranchialelemente der Kiemenbögen ziemlich weit vom Hyoidbogen. Am oberen vorderen Ende des letzteren ist ein deutlich ausgebildetes Ligament vorhanden, das sich zu einem Vorsprung von geringer Höhe an der hinteren Fläche des Quadratum hinzieht (*Lig.* Fig. 10, *a*).

Der die Beziehungen des Hyomandibulare zu den Nachbarteilen des Skeletes deutlicher wiedergebende Querschnitt (Fig. 18) durch dieselbe Region eines ungefähr ebenso alten Embryos ($^{46}/_{47}$ Semon's, 34 Tage) ist etwas hinter dem Quadratum geführt. Aus demselben lässt sich ersehen, dass das nach oben gerichtete Ende des Hyoideum (*Hyoid.*) mit dem oben erwähnten Ligament (*Lig.*) in inniger Beziehung steht. Näher zur Chorda liegt das Hyomandibulare

(*Hyo. Mand.*) und schmiegt sich der ventralen Wandung der Vena jugularis (*v. j.*) an. Zwischen dem Hyomandibulare und dem erwähnten Ligament (*Lig.*) macht sich eine Anhäufung von Mesenchymzellen (*x*) bemerkbar, die zum letzteren in näherer Beziehung steht als zum Hyomandibulare.

In einem etwas älteren Stadium (47 Semon's, 42 Tage) sind die Verhältnisse im Grunde genommen unverändert (Fig. 19), nur das Hyomandibulare zeigt eine etwas höhere Ausbildung und ist nun, nachdem es die Vena jugularis von unten umwachsen hat, mit der Gehörkapsel verschmolzen. *Von dem Ligament des Hyoideum (Lig.) zieht sich ein deutlich differenzierter Bindegewebsstrang zum Hyomandibulare hin. Von aussen und oben werden diese Gebilde vom Ramus hyomandibularis N. facialis (VII, 3) umbogen.*

Bei einem anderen Embryo (etwas älteres Stadium, 47 Semon's) zeigen beide Seiten ein etwas verschiedenes Aussehen (die eine Hälfte des Embryos wurde in Sagittal-, die andere in Querschnitte zerlegt).

Auf dem Querschnitt erkennt man, dass das Hyomandibulare seine gewöhnlichen Beziehungen zur V. jugularis und der Wandung der Gehörblase bewahrt hat (Fig. 20). Doch ausser diesem uns bekannten Knorpelstück lässt sich noch ein neues, zum Ligament des Hyoidbogens in enger Beziehung stehendes Stück (*Sym.*) erkennen, das aus der Mesenchymanhäufung der Fig. 18 (*x.*) hervorgegangen ist. Beide Knorpel,—*Hyo. Mand.* und *Sym.*—stehen mit einander durch einen deutlich ausgeprägten Bindegewebsstrang in Verbindung; von oben und aussen umbiegt dieselben der Ast des N. facialis (VII, 3).

Auf der anderen Seite (Sagittalschnitt, Fig. 21) finde ich nur diesen zweiten Knorpel, und zwar in der von Sewertzoff angegebenen Lage, vor, jedoch mit dem Unterschiede, dass das obere Ende desselben den Pr. oticus Quadrati noch nicht erreicht hat.

Dieses häufig vorkommende Fehlen des einen oder anderen Elementes war gerade die Ursache der Meinungsverschiedenheit zwischen Fürbringer und Sewertzoff.

In einem noch älteren Stadium ($^{47}/_{48}$ Semon's, 46 Tage) sind beide Knorpel an beiden Seiten vorhanden. Fig. 22, 23 und 24 geben Sagittalschnitte dieses Stadiums wieder. Der am meisten nach aussen zu geführte Schnitt (Fig. 22) lässt den mit (*Sym.*) bezeichneten

Knorpel als bedeutend vergrössert erkennen. Verfolgen wir die Schnittserie durch diese Region, so können wir uns leicht davon überzeugen, dass der Knorpel in der Tat oben mit dem Pr. oticus, unten vermittels des Ligamentes (*Lig.*) mit dem Hyoidbogen in Verbindung steht. Auf dem in der Abbildung wiedergegebenen Schnitt ist der dem oberen Ende des Hyoidbogens zugewandte Vorsprung des Quadratum und der dem Oberende des Knorpels (*Sym.*) zugewandte Vorsprung des Processus oticus gut sichtbar.

Nach innen von dieser Gegend stossen wir auf demselben Niveau, wie der Knorpel (*Sym.*), doch als dieser auf den Schnitten bereits verschwunden ist, auf ein neues Knorpelstück (*Hyo. Mand.*; Fig. 24, Taf. II). Dasselbe liegt in dem vom Quadratum zur Gehörkapsel sich hinziehenden Strang, und zwar serial in bezug auf die Epibranchialia und verschmilzt an seinem Hinterende mit der Gehörkapsel (Fig. 24, *Hyo-mand.*). Auf dem Querschnitt durch die andere Hälfte desselben Embryos (Fig. 25) sehen wir gleichfalls den Knorpel mit der Gehörkapsel verschmelzen und die Wandungen der V. jugularis ein wenig umwachsen.

Um ein paar Schnitte weiter in kaudaler Richtung weist auch der Knorpel (*Sym.*) innige Beziehungen zum Ligament (*Lig.*) des Hyoidbogens auf. Der Bindegewebsstrang, der während der vorhergehenden Stadien die Verbindung zwischen beiden Knorpeln herstellte, ist jedoch hier verschwunden. Im ältesten Stadium, das mir vorlag, endlich (Embryo v. 95 Tagen, um 2 Wochen älter als d. Stad. 48 Semon's) war es mir möglich das innere Knorpelstück (*Hyo-mand.*), das hier bedeutend an Grösse zugenommen und verschiedene Veränderungen erlitten hat, zu rekonstruieren.

Wie aus der Rekonstruktion (Fig. 8, Taf. I) ersichtlich, zieht sich das Hyomandibulare vom Pr. palato-basalis Quadrati zur Vorderwand der Gehörkapsel. Ungefähr an der Hälfte seiner Länge entsendet dasselbe einen gerade nach oben gerichteten vertikalen Fortsatz, dessen Oberende nach vorn biegt und mit der Unterseite des Pr. oticus Quadrati verschmilzt (oberer horizontaler Fortsatz). Auf diese Weise wird die hinter dem Quadratum liegende, zum Austritt des N. recurrens und R. hyomandibularis N. facialis dienende, in jüngeren Stadien einheitliche Oeffnung (cf. Fig. 1, 2, 4, Taf. I, *For. N.* VII, 3, 4) in drei Abschnitte eingeteilt: 1) einen *unteren*—unterhalb des horizontalen Basalteiles des Hyomandibulare, 2) einen

vorderen — über dem horizontalen Teil des Hyomandibulare, zwischen dem vertikalen Vorsprung desselben und dem Pr. palato basalis Quadrati und endlich 3) einen *hinteren Abschnitt*, der den ganzen Raum zwischen der Vorderwandung der Gehörkapsel, dem vertikalen Teil des Hyomandibulare, dem Pr. oticus Quadrati und dem oberen horizontalen Fortsatz des Hyomandibulare einnimmt. Der R. hyomandibularis N. facialis tritt durch die letztere Oeffnung aus. Nach seinem Austritt zieht sich der Nerv oberhalb des oberen horizontalen Fortsatzes des Hyomandibulare hin. Der R. recurrens geht nach hinten, nachdem er den Schädel durch den unteren Teil derselben hinteren Abteilung hinter dem vertikalen Vorsprung des Hyomandibulare verlassen hat.

Gut ausgebildet ist auch der von Sewertzoff beschriebene, mit dem Pr. oticus und dem Hyoidbogen in Verbindung stehende Knorpel.

Auf diese Weise *tritt einer der Knorpel (Hyo-mand.) selbständig in dem sich vom Pr. palato-basalis zur Gehörkapsel hinziehenden Bindegewebsstrang auf und verschmilzt bald mit der Kapselwandung; später entsteht nach innen von derselben, oberhalb des Ligamentes des Hyoidbogens, in engem Zusammenhang mit demselben, ein neues Knorpelstück (Sym.), das die Verbindung zwischen Hyoidbogen und Quadratum in der Region des Pr. oticus herstellt. Diese Knorpel stehen mit einander durch einen Bindegewebsstrang in Verbindung. Auf diese Weise stehen sie in diesem Stadium miteinander, mit dem Hyoidbogen und mit dem Quadratum in Beziehung. Wenn wir diesen ganzen Entwickelungsgang mit dem der Kiemenbögen vergleichen, so kommen wir zur Ueberzeugung, dass sich sämmtliche Abweichungen auf eine frühere oder spätere Anlage der einen Elemente und auf die Rückbildung anderer zurückführen lassen.*

Würde der Bindegewebsstrang zwischen beiden Knorpeln (*Hyo-mand.* und *Sym.*) längere Zeit über als Mesenchymanhäufung erhalten bleiben und vor der Verknorpelung (*Hyo-mand.*) auftreten, während die letztere sich in der Richtung der Mesenchymanhäufung bis zum oberen Abschnitt des Hyoidbogens erstrecken würde, so würde der ganze Prozess durchaus mit der Anlage und Entwickelung der Epibranchialia übereinstimmen.

Das frühe Auftreten des Knorpelstückes (*Hyo-mand.*) gleichzeitig mit dem I-ten Paar der Epibranchialia und seine in Bezug auf die

letzteren seriale Lage weist auf die Homodynamie dieser Gebilde mit den oberen Abschnitten der Kiemenbögen bei Ceratodus hin. Eine besonders bezeichnende Eigenart dieses Knorpelstrückes (*Hyo-mand.*), seine Verschmelzung mit der Gehörkapsel, wird sum Teil auch vom Epibranchiale des II-ten Kiemenbogens wiederholt, und umgekehrt, die Eigentümlichkeit der Epibranchialia, ihre innigen Beziehungen zu den Ceratobranchialia lassen sich, wenn auch nur teilweise, doch ausserordentlich deutlich auch zwischen den betr. Knorpelstücken (*Hyo-mand.* und *Sym.*) und dem Hyoideum beobachten.

All' diese Erwägungen bringen uns notwendigerweise zur Ueberzeugung, dass die beiden Knorpelstücke (Hyo-mand. und Sym.) zusammen mit dem dieselben untereinander und mit dem Hyoideum verbindenden Strange den oberen Abschnitt des Hyoidbogens, der seinerseits in zwei Teile zerfallen ist, repräsentierten.

Das Ligament des Hyoidbogens (*Lig.* Fig. 10 *a* u. *b*) nimmt eine so eigenartige Stellung (am Oberende des Cerato-hyale in der Richtung zum Quadratum) ein, dass es zweifellos mit dem von Huxley (6) beschriebenen Lig. hyosuspensorium identisch ist, während die Verbindung dieses Ligamentes mit den zwei einzelnen Knorpelstücken des oberen Abschnittes des Hyoidbogens des Embryos deutlich beweist, dass diese Bildungen in der Tat dem von Huxley am erwachsenen Ceratodus beschriebenen Hyo-mandibulare entspricht.

Wenn wir die Zusammensetzung des oberen Abschnittes des Hyoidbogens beim Embryo aus zwei separaten Knorpelelementen in Betracht ziehen, so müssen wir auf gewisse Unterschiede zwischen den embryologischen Daten und den vergleichend-anatomischen Kalkulationen Huxley's hinweisen. Bekanntlich unterscheidet Huxley im Hyo-mandibulare des erwachsenen Tieres das eigentliche Hyo-mandibulare und das Symplecticum. Durch diese Termini habe ich die Knorpelstücke des oberen Abschnittes des Hyoidbogens von Ceratodus von Anfang an bezeichnet, doch entspricht nur der äussere Knorpel dem von Huxley am erwachsenen Ceratodus beschriebenen Gebilde. Huxley's *Hyo-mandibulare* + *Symplecticum* von Ceratodus entspricht in Wirklichkeit nur dem *Symplecticum*, während das eigentliche Hyo-mandibulare an der Bildung der Gehörkapselwandungen Anteil nimmt.

Auf diese Weise nimmt an der Bildung des zwischen den Austrit-

tsöffnungen des R. recurrens und des R. hyomand. N. facialis liegenden Distrikts der Gehörkapsel beim erwachsenen Ceratodus das Hyo-mandibulare teil (cf. oben S. 358).

Der Bindegewebestrang (zwischen Quadratum und Vorderwandung der Gehörkapsel), in welchem das Hyo-mandibulare des Embryos zur Anlage kommt, weist in seinen Beziehungen zum Quadratum und dem Ast des N. facialis keinerlei Unterschiede vom Lig. suspensorio-stapediale der Urodelen auf. Die Verknorpelung des ganzen Stranges (Fig. 6, *Hyo-mand.*) ergiebt dasselbe Bild, das sich auch bei den urodelen Amphibien beobachten lässt, wo sich die Columella auris bis zum Quadratum erstreckt (*Menopoma*, *Ichthyophis glutinosa*, *Amphiuma*) (cf. 10). Wenn wir uns die Verknorpelung des Hyo-mandibulare bei Ceratodus bis zum Quadratum fortgesetzt denken, so erhalten wir den für alle urodelen Amphibien, bei denen der Stapes mit dem Quadratum vermittels des Lig. suspensorio-stapediale verbunden ist, charakteristischen Bau.

Die Parallelisierung der Columella auris und des Lig. suspensorio-stapediale der urodelen Amphibien mit dem Hyo-mandibulare von Ceratodus, trotz dem Fehlen bei letzterem der charakteristischen Merkmale des Gehörapparates der terrestren Wirbeltiere (besonders die Fenestra vestibuli habe ich hier im Auge), scheint mir insofern ein besonderes Interesse zu beanspruchen, als die Entwickelungsgeschichte des Hyo-mandibulare bei Ceratodus gewissermassen der Ausbildung der Gehörknöchelchen bei den Amphibien den Weg vorzeichnet.

Wie wir gesehen haben, kommt bereits bei Ceratodus das Hyo-mandibulare in engstem Connex mit der Gehörkapselwandung, unabhängig vom Hyoideum, als selbständige, bald mit der Gehörkapsel gänzlich verschmelzende Verknorpelung zur Anlage. Von hier ist, nach Verlust des das Hyo-mandibulare mit dem Hyoideum verbindenden Stranges, nur ein Schritt bis zum völligen Aufheben jeglicher Beziehungen zwischen dem oberen und unteren Abschnitt des Hyoidbogens bei den Amphibien.

Beim Ceratodusembryo erkennen wir die erste Stufe des Umwandlungsprozesses des oberen Abschnittes des Hyoidbogens in Anpassung an die Funktion als Komplementärteile des Gehörapparates, wie dieser Prozess in der schönen Arbeit Gaupp's (4) hypothetisch vorausgesehen ist.

Gaupp sagt (p. 1066): „Als hypothetische Ausgangsform für die verschiedenen Zustände kann man ein Skelettstück sich denken, das ventral vom N. facialis sich von der Labyrinthkapsel zum Quadratum erstreckte und in so innige Beziehung zur Labyrinthkapsel getreten ist, dass es sogar auf Kosten von deren Substanz sich vergrössert, eine „Fussplatte“ labyrinthärer Herkunft erlangt hat. Welchem Mutterboden der *Extralabyrinthäre* Teil jenes Skelettstückes entstammt, dafür hat die Ontogenese bisher keinen Anhalt geboten, denn wenn auch beobachtet ist, dass die Bildung jenes Stranges vom Labyrinth aus in centrifugaler Richtung vorschreitet, so folgt daraus noch nicht die Berechtigung, jenes Gebilde als einen Auswuchs der Labyrinthkapsel in dem Sinne zu betrachten, dass auch das Bildungsmaterial von ihr abstammte. Der Vergleich mit niederen Formen (Fischen) und mit höheren (Säuger) weist darauf hin, dass jener extralabyrinthäre Teil seiner Substanz nach wahrscheinlich dem Zungenbeinbogen entstammt, aber die Ontogenese hat den Beweis dafür bei den Amphibien bisher nicht erbracht“.

Die Befunde der Entwickelungsgeschichte des Hyo-mandibulare von Ceratodus weisen darauf hin, dass deutliche Hinweise auf die Beziehung zwischen der Columella auris und dem Hyoidbogen vom Studium der Entwickelung der urodelen Amphibien kaum zu erwarten sind. Doch ist es bemerkenswert, dass Witebsky (10) eine sekundäre vorübergehende Verbindung zwischen Operculum und Hyoidbogen beim Axolotl nachweist.

Schwerlich lässt sich irgend etwas gegen die Meinung Gaupp's anführen, der bei Besprechung der Befunde Witebsky's der Ansicht Ausdruck giebt, man könne nicht auf Grund der von Witebsky angeführten Daten auf den visceralen Ursprung des Operculum schliessen. Wenn wir jedoch die Angaben Witebsky's den Befunden der Entwickelungsgeschichte des Hyo-mandibulare von Ceratodus zur Seite stellen, so lässt sich das Auftreten einer vorübergehenden Verbindung zwischen Operculum und Hyoideum beim Axolotl leicht als eine, bei den tiefgehenden Umwandlungen, die der Kiemenapparat der niederen Wirbeltiere bei seiner Verwandlung in Komplementärteile des Gehörgangs, erleiden musste, mögliche und wahrscheinliche Heterochronie erklären [1]).

---

[1]) In ihrer vorläufigen Mitteilung stellen Kingsbury und Beed (The Anato-

Die Entwickelungsgeschichte des Hyo-mandibulare von Ceratodus ist noch insofern von Interesse, als sie ein gewisses Licht auf den Ursprung des autostilen Craniums wirft. Wie wir gesehen haben, steht während der embryonalen Entwickelung das Cerato-hyale durch einen deutlich ausgebildeten Strang mit dem Symplecticum und Hyo-mandibulare und durch Vermittelung des vorletzten auch das Ligamentum Hyo-suspensorium mit dem Quadratum in Verbindung.

Die Autostilie des erwachsenen Tieres beruht folglich keineswegs auf einer primär-autostilen Verbindung des ersten Visceralbogens mit dem Schädel, da bei den Ceratodusembryonen sich neben einer unbeweglichen Anheftung des Quadratum an den Schädel auch gewisse Kennzeichen der Hyostilie bemerkbar machen. Diese entwickelungsgeschichtliche Tatsache steht in völligem Einklang mit den vergleichend-anatomischen Befunden Huxley's, der die Autostilie des Ceratoduscraniums von dem amphistilen Typus herleitet.

Literaturverzeichnis.

I. *Brauss, H.* 1899. Beiträge zur Entwickelung der Muskulatur und des peripheren Nervensystems der Selachier. Morphol. Jahrb. Bd. 27.

II. *Fürbringer, K.* 1904. Beiträge zur Morphologie des Skeletts der Dipnoer, in „Zoologische Forschungsreisen in Australien", ausgeführt von Prof. Dr. R. Semon. Lieferung IV.

III. *Fürbringer, M.* 1897. Ueber die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und ihre vergleichende Morphologie. Festschrift zum 70-ten Geburtstag von C. Gegenbaur, Bd. 3, pp. 388—788, 8 Taf. Leipzig.

mical Record, Vol. II, № 3, 1908) die Behauptung auf, dass sich im Gehörknöchelchen-Komplex der urodelen Amphibien im Laufe der Entwickelung folgende Elemente unterscheiden lassen: 1) die Columella auris, 2) das Operculum. Letzteres entwickelt sich aus einem Auswuchs der Gehörkapselwandung, während die Columella eine selbständige Anlage aufweist, wenn sie auch bald mit dem vorhergehenden Element verschmilzt. Vom Interesse ist der Umstand, dass ihre die Beziehungen der Columella auris zur Gehörkapsel, zur A. carotis und V. jugularis veranschaulichenden Abbildungen dieselben Beziehungen aufweisen wie meine Schnitte.

IV. *Gaupp, E.* 1899. Ontogenese und Phylogenese des schallleitenden Apparates bei den Wirbeltieren. Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Bd. VIII.

V. *Greil.* 1907. Ueber die Bildung des Kopfmesodermes bei Ceratodus Forsteri. Anatom. Anzeiger. Bd. 30.

VI. *Huxley, T. H.* Oc. Ceratodus Forsteri. Proc. Zool. Soc. London. 1876.

VII. *Sewertzoff, A. N.* 1902. Zur Entwickelung des Ceratodus Forsteri. Anat. Anz. Bd. XXI.

VIII. *Idem.* 1899. Die Entwickelung des Selachierschädels. Festschrift zum siebenzigjährigen Geburtstag von Carl von Cupffer.

IX. *Semon, R.* 1893. Verbreitung, Lebensverhältnisse und Fortpflanzung des Ceratodus Forsteri. Zoolog. Forschungsreisen in Australien. Bd. I, Lief. I.

X. *Winslow, M.* 1898. The Chondrocranium in the Ichthyopsida, Tufts College Studies. Mass. March 1898.

XI. *Witebsky.* Zur Entwickelungsgeschichte des schallleitenden Apparates des Axolotl (Siredon pisciformis). Inaug.-Dissert. Berlin.

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind mit Hülfe des Abbe'schen Zeichenapparats bei Obj. 4, Oc. 1 hergestellt. In der Reproduktion sind dieselben um das doppelte verkleinert.

Die Rekonstruktionen sind bei folgender Vergrösserung angefertigt:

Rek. I. Fig. 1, 2—30.30.
„ II. Fig. 3, 4, 12—20.20.
„ III. Fig. 5—30.30.
„ IV. Fig. 6, 7, 8—30.30.
Fig. 9—natürliche Grösse.

Allgemeingültige Bezeichnungen:

Ant. pr.—Processus Antorbitalis.
Arc. inf. I, II...—untere Bögen I, II, III...
Arc. n. I, II, III...—obere Bögen I, II, III...
Bs. H.—Basi-hyale.
c. a.—Arteria carotis.

Cart. Meck.—Cartilago Meckeli.
C. aud.—Capsula auditiva.
C. Br. I, II...—Cerato-branchiale I, II...
C. H.—Chorda dorsalis.
Ep. Br. I, II, III...—Epibranchiale I, II, III...
Fen. bas. cr.—Fenestra basi-cranialis.
For. c. a.—Austrittsöffnung der Arteria carotis.
For. N. V, 2, 3 + VII, 1, 2 — Austrittsöffnung der Rr. maxillo-mandibularis N. trigemini (V, 2, 3) und superficialis u. buccalis N. facialis (VII, 1, 2).
For. N. VII, 3, 4—Austrittsöffnung des Ram. hyomandibularis N. facialis.
For. N. IX — „ „ N. glossopharyngeus.
For. N. oc. — „ „ N. oculomotorius.
For. N. 7^d — „ der sensorischen Wurzel des Occipitalnervs *z*.
Gn. V — Ganglion N. trigemini.
Gn. VII— „ „ facialis.
Hp. h. — Hypo-hyale.
Hyoid. — Hyoideum.
Hyo-mand.—Hyo-mandibulare.
Lig. — Ligamentum hyo suspensorium.
l. — Lamina cribrosa.
m. 1, 2—Myotom 1, 2...
Oc. — Oculus.
n. oc. — N. oculomotorius.
P. ch.— Parachordalia.
Pl. Bas. — Planum basale.
Pl. Ethm.— Planum ethmoideum.
Pr. asc.—Processus ascendens Quadrati.
pr. d.—Processus dorsalis Capsulae olfactoriae.
pr. v.—Processus ventralis „ „
Pr. ot.—Processus oticus Quadrati.
Pr. pal. bas.—Processus palato-basalis Quadrati.
Quadr.—Quadratum.
Sept. n.—Septum nasale.
Spir.—Spiraculum.
Sym.—Symplecticum.
Trab.—Trabeculae.
Tr. c.—Crista trabeculae (Alisphenoidknorpel Sewertzoff's).
v. j.—Vena jugularis.

Tafel. I.

Fig. 1. } Rekonstruktion des Craniums von Ceratodus. Stad. $^{45}/_{46}$ Semon's
„ 2. } (21 Tage). 1—von unten, 2—Seitenansicht.
„ 3. } id. Stad. $^{46}/_{47}$ Sem. (34 Tage). 3—von unten, von der Seite und vorn
„ 4. } 4—von unten, v. d. Seite und hinten.
„ 5. Rekonstr. des Ethmoidalabschnittes d. Craniums. Ebr. Stad. 48 Sem. von rechts.
„ 6. Rek. d. Craniums. Stad. 95 Tage. Von d. Seite, v. hinten und etwas v. unten.
„ 7. Id. von rechts und v. vorn.
„ 8. Ethmoidalregion desselben Embr. von vorn und etwas v. oben.
„ 9. Linke Hälfte des Schädels d. erwachsenen Ceratodus von innen.
„ 10 a. Halbschematische Rekonstr. des Craniums eines Ceratodusembryos Stad. $^{46}/_{47}$ Semon.
„ 10 b. Id. Etwas älteres Stadium. Stärkere Vergrösserung.

Taf. II.

Fig. 11. Sagittalschnitt durch das distale Ende des Hyoidbogens eines Ceratodusembryos Stad. $^{45}/_{46}$ Sem. (21 Tage).
„ 12. Sagitt. schnitt des Schädels desselben Embryos.
„ 13. Querschnitt des Kopfes eines Embr. Stad. $^{46}/_{47}$, in der Region des ersten metaotischen Myotoms.
„ 14. Id. weiter caudal.
„ 15. Id. noch weiter caudal.
„ 16. Sagittalschn. Embr. 95 Tage durch die Chorda und Parachordalia.
„ 17. Id. weiter median.
„ 18. Querschn. Embr. Stad. $^{46}/_{47}$ Sem. (34 Tage) unmittelbar hinter dem Quadratum.
„ 19. Querschn. Embr. Stad. 47 Sem. (42 Tage) unmittelb. hinter d. Quadratum.
„ 20. Querschn. derselben Region. Etwas älteres Embryo.
„ 21. Sagittalschn. desselben Embryos. Quadratumregion.
„ 22. } Sagittalschnitte v. Ceratodusembryonen Stad. $^{47}/_{48}$ Semon (46 Tage).
„ 23. } 22—der äusserste, 24—d. medianste Schnitt.
„ 24. }
„ 25. Querschnitt desselben Embryos. Region d. Quadratum, Hyoideum und Hyo-mandibulare.

Note sur la craie supérieure et le paléocène de la Crimée.

(Avec 1 planche).

A. Sloudsky.

Verneuil et *Deshages*. Mémoire géol. sur la Crimée. Mém. Soc. géol. de France, t. III, 1837.

Huot. Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée etc., éxecuté en 1837 sous la direction de M. A. de Demidoff. 1842.

Rousseau, *L*. Description des princ. fossiles de la Crimée.

Dubois de Montpéreux. Voyage autour du Caucase, chez les Tcherkesses et les Abhases etc. et en Crimée. 1843.

Baily, *W*. On Fossils from the Crimea with Descriptions of some new Species. The Journ. of the Royal Dublin Soc. № XIII—XIV. 1859.

Романовскій. Геологическій очеркъ Таврической губерніи. Горный журналъ, № 7. 1867 г.

Штукенбергъ, *А*. Геологическій очеркъ Крыма. 1873.

Прендель, *Р*. Геологическій очеркъ мѣловой формаціи Крыма и слоевъ переходныхъ отъ этой формаціи къ эоценовымъ образованіямъ. Зап. Новор. О-ва Естеств., т. IV, 1876.

Coquand, *H*. Note sur la Craie supérieure de la Crimée, etc. Bull. de la Soc. géol. de France, III sér. t. V. 1877.

Hébert, *E*. La Craie de la Crimée comparée à celle de Meudon etc. Bull. de la Soc. géol. de France, III sér. t. V. 1877.

Милашевичъ, *К*. Палеонтологическіе этюды. Bull. de la Soc. des Natur. de Moscou, t. II. 1877.

Favre, E. Étude stratigraphique de la partie sud-ouest de la Crimée. 1877.

Каракашъ, Н. О верхне-мѣловыхъ отложеніяхъ Крыма (предв. сообщ.). 1890 г.

Фонъ-Фохтъ, К. Объ условіяхъ залеганія нижняго отдѣла крымскаго эоцена. Проток. засѣд. С.-Петербургскаго О-ва Естеств. 3 ноября 1890 г.

Каракашъ. Нижне-мѣловыя отложенія Крыма и ихъ фауна. 1907 г.

En été 1907 j'ai eu l'occasion de visiter la Crimée et j'ai assemblé dans les environs de Bachtchisaraï une modeste collection de formes néocrétacées et paléocènes qui, jointe à la peu nombreuse collection du musée géologique de l'université Impériale de Moscou, a fourni le premier matériel de cet essai. En automne 1909 j'ai encore été en Crimée et j'ai réussi à pousser plus loin mon travail et à élargir ma collection par de nouvelles formes. Dans cette note je communiquerai quelques résultats donnés par l'étude du matériel que j'ai eu en ma disposition. Mes explorations embrassent la partie SW du rayon de la craie—d'Inkerman à Simpheropol; en outre j'ai fait une excursion préliminaire à l'extrémité orientale du dit rayon—aux embranchements du mont Ousin-sirte près de Théodosie.

A neuf kilomètres E de Bachtchisaraï, prés du hameau Biasala, la vallée de la rivière Katcha traverse une couche puissante de terrains jurassiques et éocrétacés, couronnée par la marne blanche de l'époque néocrétacée. Ici nous voyons une friche de cette marne posée immédiatement sur le grès dur, que Karakasch [1]) rapporte présumablement à Gault.

D'après Karakasch cette marne est couverte à son tour d'un calcaire blanc, formant corniche, mais je n'ai pas pu parvenir à observer ce calcaire ni là, ni sur les hauteurs environnantes. Les horizons superposés sont affleurés sur les monts où se trouvent les ruines de Tchoufout-Kalé. A cet endroit nous voyons la coupe, indiquée sur mon dessin par la lettre B. La partie inférieure de cette coupe re-

---

[1]) Н. Каракашъ. Нижне-мѣловыя отложенія Крыма и ихъ фауна. 1907 г., стр. 345 и 425. Онъ приводитъ слѣдующія формы: *Ostrea Arduennensis Orb.*, *Plicatula inflata Sow.*, *Pectunculus neverisensis Lor.*, *Vola Deshayesi Orb. aff.* *Serpula antiquata Sow.* и *S. ampullacea Sow.*

présente une marne blanchâtre, identique à celle, qui recouvre les gisements éocrétacés près de Biasala. Cette marne passe sans limites prononcées, se transformant doucement sur l'étendue verticale de 10—15 metrès en un grès glauconieux assez compact et cimenté de chaux.

L'horizon de la transformation est bien pauvre en fossiles. Encore plus haut le grès devient plus friable, et les fossiles s'y trouvent en quantité. Le grand nombre de *Pecten* saute aux yeux.

Ce grès est recouvert d'une assise puissante de calcaire dur, qui, formant une série de couches massives, couronne en corniche la falaise. Des cavernes y sont taillées. Penchant vers le NW, ce calcaire forme près de Bachtchisaraï la base d'une série plus récente, qui nous permet de voir la coupe indiquée par la lettre C. Directement sur le calcaire repose la marne d'une couleur grisâtre et bleuâtre, d'une puissance d'environ 15 mètres. La lamellosité de cette marne est faiblement prononcée, et la différence des teintes provient apparemment de causes secondaires.

Ces marnes sont recouvertes en concordance avec les couches nummulitiques: en bas - des argiles marneux verdâtres, plus haut— des marnes et des calcaires.

Ainsi tout le profil de Biasala à Bachtchisaraï offre le schème donné par le dessin.

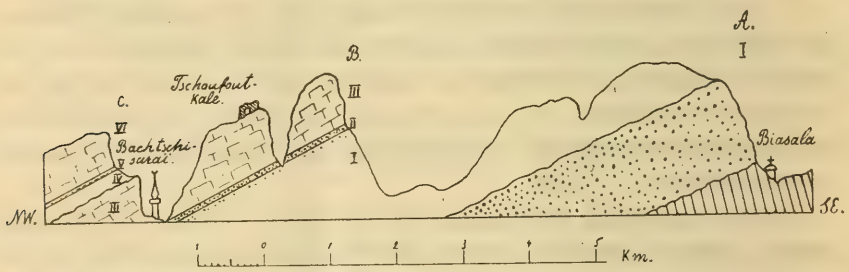


Fig. 1.

Vu l'inclinaison générale de toute cette suite vers le NW, le profil décrit est à peu près normal. Quant à la puissance des couches qui le forment, je n'ai pas pu faire de mesurements assez précis, et j'ai profité des données littéraires, pour donner des quantités approximatives.

L'étude de la collection dont je dispose a donné les résultats suivants:

L'horizon I m'a fourni:

Pachydiscus subrobustus Seunes.
Nautilus laevigatus Geinitz (non d'Orb.)
Scaphites trinodosus Kner.
Scaphites constrictus Sow.
Belemnitella lanceolata Schloth.
Pecten membranaceus Nils.
Avicula glabra Reuss.
Pholadomya navicularis Eichw.
Inoceramus Cuvieri Sow.
„ *latus Mant.*
„ *cripsii Mant.*
„ *impressus Orb.*
Terebratulina campaniensis Orb.
Ananchytes ovatus Lin. aff.
Micraster cor. testudinarium Soldf.
Serpula convoluta Goldf.
Scalpellum maximum Sow.

Cette liste des fossiles renferme à côté des formes typiques néosénoniennes des formes non moins typiques des fossiles néotouroniens (*Belemnitella lanceolata, Pachydiscus subrobustus—Inoceramus Cuvieri, I. latus*). En 1890 Karakasch [1]) s'est prononcé d'une manière très positive pour l'époque Sénonienne de toute cette assise. Mais dans son dernier ouvrage sur l'éocrétacé de la Crimée, en décrivant la coupe près de Biasala, il remarque avec réserve, qu'on y trouve le plus souvent les moules d'Inoceramus, caractéristiques pour les gisements néocrétacés Touroniens et Sénoniens [2]). Il ne se décide pas de donner une définition plus précise.

Dans la conférence de MM. Mirschink et Lange, faite à la Société Impériale des naturalistes de Moscou en Novembre 1909 „Sur

[1]) Н. Каракашъ. О верхне-мѣловыхъ отложеніяхъ Крыма. 1890 г.
[2]) Н. Каракашъ. Нижне-мѣловыя отложенія Крыма. 1907, стр. 345.

les dépôts néocrétacés et paléogènes des environs de Bachtchisaraï" les auteurs rapportent toute cette assise à la partie supérieure du Campanien, fondant leur assertion sur la présence de *Belemnitella lanceolata* et *Pachydiscus Neubergicus* dans la partie inférieure de cette couche. Je ne puis partager cette opinion, ayant dans ma collection les exemplaires de l'*Inoceramus Cuvieri*—fossile caractéristique Touronien supérieur—ainsi que d'autres formes, comme *I. latus*, *Avicula glabra* ect.; ces formes indiquent des horizons considérablement inférieurs au Campanien. C'est à cette couche que je rapporte l'exemplaire *Micraster cor. testudinarium*, qui se trouve dans le musée géologique de l'univers. Imp. de Moscou et qui porte la laconique étiquette „De Crimée" sans indication exacte du lieu et de l'horizon.

La puissance de cette couche est très grande (plus de 100 m.), et elle est à un tel point identique par son caractère pétrographique, qu'il est excessivement difficile de la subdiviser, pour en faire une caractéristique paléontologique détaillée. Cette difficulté est encore augmentée par ce que la surface de la roche est presque toujours morcellée, et les fossiles bien conservés se trouvent fort rarement; on est obligé de les rassembler pour la plupart sur les éboulis, ce qui empêche de s'assurer du lieu de leur gisement. Il me paraît assez naturel d'expliquer la présence des formes des horizons différents par la difficulté de subdiviser cette couche.

Le dépôt décrit a en Crimée une grande étendue sur toute la région des gisements crétacés d'Inkerman à Théodosie. Dans les environs de Bachtchisaraï ces marnes sont fendues par des fissures verticales vides, larges d'environ 1 cm. La lamellosité est fort incertaine. On y rencontre souvent des nodules ferreuses.

J'ai eu l'occasion de voir le même horizon à l'extrémité orientale du rayon crétacé de la Crimée, sur les pentes du mont Ousin-Sirt près de Théodosie; nous y voyons un tout autre tableau.

L'inclinaison des strates, comme Romanovsky l'a déjà indiqué [1]), n'est plus NW mais NE. Romanovsky donne l'inclinaison—10°. A l'endroit que j'ai observé, l'inclinaison est bien plus grande et atteint 25°. La lamellosité est bien prononcée et offre une alternation assez regulière de roches crétacées claires avec celles des marnes foncées,

[1]) Романовскій. Геологическій очеркъ Таврической губерніи, стр. 95.

chaque lit d'une puissance de 0,20—2 m. Les fissures qui fendent cette couche ont une largeur qui varie entre plusieurs mm. et 2—3 cm. et sont remplies de calcite. Les fossiles sont fort mal conservés, mais les moules des *Inoceramus* qu'on y trouve en abondance ne laissent aucun doute sur l'identicité de ce gisement avec la marne de Bachtchisaraï.

D'après Dubois [1]) l'horizon susdécrit recouvre près de Bachtchisaraï des argiles „Kil" (terre à foulon), mais déjà Stoukenberg [2]) a démontré que ces argiles ne sont que des enclaves locales. Il décrit comme base de marne blanche—la marne glauconieuse, affleurant dans les vallées des riviéres Tchernaïa, Salgir, Alma, Bodrac, Souia te autres. Il cite 4 fossiles de cette marne, definis par lui:

Lamna elegans Ag.
Belemnitella mucronata? d'Orb.
Ostrea sp. (vesicularis? Lam.)
Terebratula obesa? Sow.

L'exactitude de leur définition est bien douteuse, d'autant plus, qu'il met lui même des points d'interrogation a 3 d'entre elles.

Prés de Biasala on ne voit pas ce gisement, et la marne avec *Inoceramus* récouvre directement la surface inégale des grés éocrétacés.

La partie supérieure de l'horizon I ne renferme qu'une quantité médiocre de fossiles. Elle passe insensiblement à l'horizon II, où les fossiles se trouvent en quantité. Cet horizon m'a fourni les formes suivantes:

Nautilus Fittoni Scharpe.
Belemnitella americana Mort.
Ostrea mirabilis Rouss.
„ *Defrancii Fischer.*
„ *ungulata Coqu.*
„ *larva Lam.*
„ *vesicularis Lam.*
„ *similis Pouch.*

---

[1]) Dubois-de-Montpéreux. Voyage autour du Caucase etc.
[2]) Штукенбергъ. Геологическій очеркъ Крыма, стр. 275.

Ostrea laciniata Orb.
„ *lateralis Nils.*
„ *acanthonota.*
„ *biconvexa Eichw.*
Pecten meridionalis Eichw.
„ *cretosus Defr.*
Janira striato-costata Orb.
Rhynchonella plicatiloides Stoliczka.
„ *Arrialoorensis Stoliczka.*
Micraster Inkermanensis de Lor. aff.
Ananchytes depressus Eichw. aff.

Ces formes dans la plupart sont typiques pour le Campanien. En comparant la liste des fossiles de cet horizon avec celle des fossiles de l'horizon I, on remarque, qu'aucune espèce de l'horizon I ne passe à l'horizon II. Les *ammonites* achèvent leur existence dans l'horizon I. Le genre *Inoceramus*, qui dans l'horizon I avait au moins trois représentants, n'est pas du tout représenté dans l'hor. II. En revanche, le genre *Ostrea*, à peine représenté dans ma collection par des fragments de deux espèces de l'horizon I, occupe une place dominante dans l'hor. II, dont je possède dans ma collection non moins de 12 espèces de coquilles parfaitement conservées. Une différence aussi grande de faune est particulièrement intéressante en vue du passage pétrographique graduel entre les deux horizons, que j'ai déjà mentionné. Ce passage n'admet pas l'interruption de sédimentation entre ces couches.

L'étendue de cet horizon II dépend de l'étendue du calcaire dur qui le recouvre et le préserve de la dénudation: là, où il n'y a pas de calcaire, il n'y a pas non plus de grès. Mais dans touts les affleurements du calcaire sans aucune exception on peut constater qu'il recouvre le grès glauconieux.

La puissance de l'horizon décrit n'est pas grande—quelques mètres en tout. Vu l'absence d'une limite inférieure bien marquée, elle ne peut être établie avec tant soit peu de précision.

Le caractère pétrographique est le même partout, où il m'est arrivé de l'observer. C'est un grès glauconieux avec un ciment calcaire, compact dans sa partie inférieure et plus friable dans la

partie supérieure, où il est surchargé de fossiles, parmi lesquels les petites coquilles des *Pecten meridionalis* forment la masse principale.

Par le chiffre III j'indique sur le profil la suite des couches calcaires puissante de 40—50 m. fort pauvre en fossiles bien conservés. Dans ma collection se trouvent les formes suivantes de cet horizon:

Ostrea similis Pouch.
„ *laciniata Orb. aff.*
Crania Ignabergensis Retz. aff.
Bourgueticrinus ellipticus Orb.

M. E. Hébert [1]) à défini *Cerithium maximum Binkh.* de cet horizon et il a comparé cette couche à la craie de Ciply et au tuffeau de Maëstricht. Plus tard Karakasch partagea l'opinion d'Hébert.

Entre ce calcaire et le grès glauconieux gît une roche friable, grès faiblement cimenté, qui s'enfonce par endroits dans le grès glauconieux ou disparaît complètement dans d'autres endroits. Elle se détache d'une manière prononcée ni de l'horizon supérieur, ni de l'horizon inférieur et n'est, peut-être, que le résultat de la décalcalisation des roches limitrophes.

La subdivision de l'horizon III en deux étages, pratiquée par la plupart des auteurs (Dubois, Stoukenberg, Prendel, Karakasch), s'appuie sur de justes raisons paléontologiques: la partie inférieure est un calcaire à *Crania* par excellence, tandis que la partie supérieure renferme des fragments *Bourgueticrinus ellipticus*. Mais quant au caractère pétrographique de cette assise, il varie tellement qu'une subdivision générale de cette couche, fondée sur la différence des roches, semble impossible. On peut suivre et constater toute la multitude des transformations entre la craie molle salissante et la roche dure et cristalline. Par endroits on rencontre la structure porreuse; parfois on rencontre de minces couches glauconieuses. La couleur varie entre le brun jaunâtre et le blanc. Un changement remarquable de couleur et de caractère général se remarque près d'Inkerman: on trouve sur le bord NW de la rivière Tchornaïa, près du monastère, le calcaire jaune, et au bord

---

[1]) E. Hébert. La craie de Crimée comparée à celle de l'Aquitaine.

SE, où sont les carrières, le calcaire blanc. L'étendue de ce calcaire est limitée au SE par la ligne des hauteurs qui commencent près d'Inkerman; ces hauteurs s'étendent d'abord vers l'est jusqu'à la montagne Schoulban-Bouroun et tournent vers le NE par les montagnes Arman-Kaia, Katschi-Kalé, Tschoufout-Kalé et plus loin jusqu'au village Bodrac. Des hauteurs, séparées par l'érosion du massif général, telles que Mangoup-Kalé, Tépé-Kermène et autres, s'avancent hors de cette ligne. Cet horizon est couronné du coté NW de gisements supérieurs, qui cependant laissent à découvert une bande de calcaire, dont la largeur varie entre quelques mètres et à 3—4 km. et plus. Il n'existe pas aux environs de Simphéropol, mais il reapparaît près de Karasou-Basar (Ak-kaia), où l'on n'observe que la partie inférieure de ce calcaire (Prendel). Plus loin vers l'Est on n'a pas observé cet horizon.

La partie supérieure du système crétacé de la Crimée se termine par le gisement qui vient d'être décrit.

Les marnes qui le récouvrent, de couleur grisâtre et bleuâtre, appartiennent déjà au système tertiaire; j'en ai défini jusqu'à présent les formes suivantes:

Volutilithes elevatus Sow.
Scalaria crassilabris Koen.
„ *Jonstrupi Koen.*
Turritella kamyschinensis Netschaew.
Ostrea Reussi Netschaew.
Cucullaea volgensis Barbot de Marny.

Outre les formes nommées j'ai encore quelques espèces *Ostrea*, *Pecten*, *Cucullaea*, *Nucula*, *Natica*, *Terebratula* et autres. Les fossiles définis se rencontrent dans le palléocène du Wolga, dans le Syzranien supérieur et Saratowien inférieur.

Vogt [1]) a déterminé sur ces marnes la faune suivante:

Turritella Dietrichi Leim.
„ *Laubei Favre.*

[1]) К. фонъ-Фохтъ. Объ условіяхъ залеганія нижняго отдѣла крымскаго эоцена. 1890.

Infundibulum concentricum de Ryck.
Aporrhais Buchi Münst.
Terebratula obesa Sow.
Ostrea vesicularis Lam.
Pecten membranaceus Nils.

Comme toutes ces formes se rencontrent dans l'étage Sénonien de l'Europe occidentale, il prétend que cette marne, ainsi que l'horizon calcaire qui la soutient, doivent être rapportés aux gisements Sénoniens. J'ai dans ma collection quelques exemplaires très bien conservés d'Ostrea, définis presque par tous les auteurs, qui ont écrit sur la Crimée, comme *Ostrea vesicularis.* En définissant cette espèce je conclus qu'elle se distingue indubitablement de la forme typique et qu'elle est plus proche de l'une des huîtres tertiaires *(O. Echeri, O. Brogniarti?).* N'est-elle pas l'espèce dont parle Vogt sous le nom de *O. vesicularis?*

Apparemment, l'étendue de cet horizon n'est pas grande.

Je ne l'ai observé qu'aux environs de Bachtschisaraï. Je ne l'ai pas trouvé près d'Inkerman et on ne l'a pas non plus observé près de Karasou-Basar.

La surface du contact de cette marne avec le calcaire qui la soutient est, autant que j'ai pu la suivre, inégale, onduleuse, avec des traces distinctes d'érosion.

Prendel décrit la coupe à la 559-me verste de la station Losowaïa, près d'Inkerman, où une couche de marne glauconieuse d'environ 2 m. de puissance gît sur le calcaire aux moules de *Crassatella sp.*, qui correspond à la partie supérieure de l'hor. III sur mon profil. Il donne les formes suivantes de cette marne, riche en ossiles, qu'il considère comme formes typiques crétacées:

Ostrea vesicularis Lm.
Pecten membranaceus Nils.
Terebratula carnea Sow.
„ *obesa Sow.*
Lamna elegans Ag.

Je n'ai pas réussi à voir cette coupe. Quant à la liste des fos-

siles, elle ne me parait pas bien convaincrice: Milaschewitsch [1]) nous a montré, que si l'on se fie aux listes de Prendel, on rencontre dans le néocrétacé de la Crimée des fossiles typiques pour les horizons de Silurien à Miocène. Des 5 formes que Prendel cite dans sa liste il en rapporte quatre lui-même aux marnes éocènes nummulitiques.

Il donne la description suivante du gisement en question qui se trouve dans cette coupe: „Plus haut on voit une petite partie de marnes verdâtres lamellées où l'on voit des fragments de coquilles dispersés çà et là". Je ne sais pas ce qu'il entend sous la nomination „marnes verdâtres"; toute la coupe qu'il décrit est tellement obscure, qu'elle demande à être étudiée sur place.

La série néocrétacée, qui fut l'objet de mes études présentes, se termine par l'horizon IV. L'hor. V, qui suit, consiste en une argile marneuse verdâtre plastique, puissante de 2—3 m., contenant de nombreuses *Ostrea*, *Pecten* et de petits nummulites. Ces argiles à leur tour sont couvertes de marnes nummulitiques et de calcaire, qui couronnent les hauteurs depuis Inkerman jusqu'à Théodosie.

Planche VI.

Fig. 1. *Inoceramus Cuvieri Sow.*
De marne blanche de Ak-kaïa (coll. de l'Univers. Impér. à Moscou).

Fig. 2. *Inoceramus latus Mant.*
Ibidem.

Fig. 3. *Scalaria Jonstrupi Koen.*
Paléocène de Bachtschisaraï. Ma collection.

Fig. 4. *Turritella kamyschinensis Netschaew.*
Ibidem.

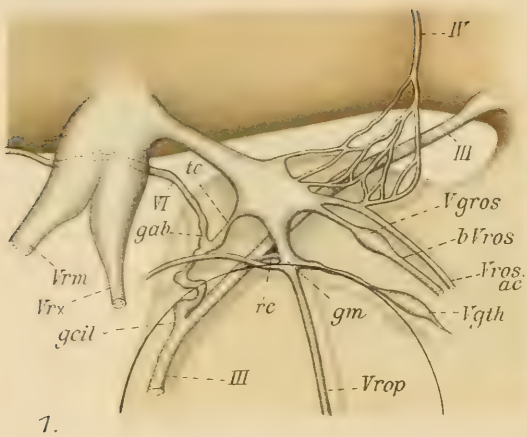
Fig. 5. *Volutilithes elevatus Sow.*
Ibidem.

Fig. 6, 7, 8. *Ostrea Reussi Netschaew.*
Ibidem.

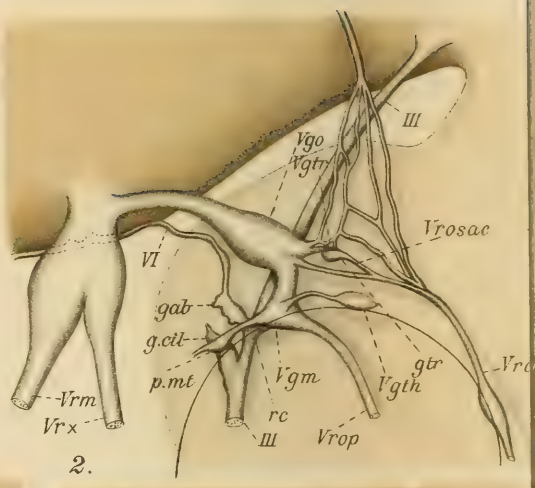
Fig. 9. *Cucullaea volgensis Barbot de Marny.*
Ibidem.

---

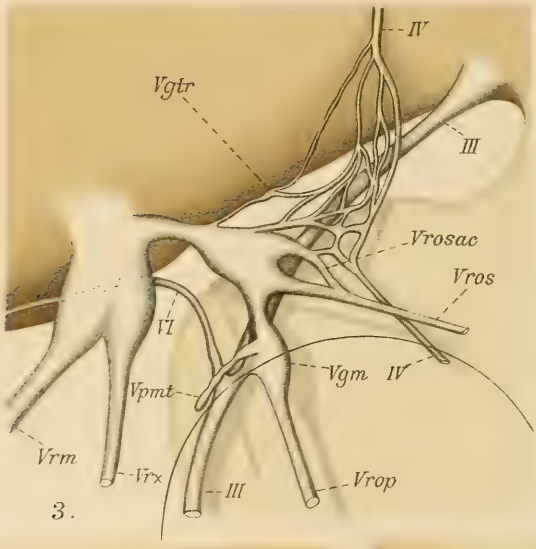
[1]) К. Милашевичъ. Палеонтологическіе этюды. 1877.


IV
III
tc
VI
gab
Vgros
bVros
Vros.
ac
Vrm
Vrx
rc
gm
Vgth
gcil
III
Vrop

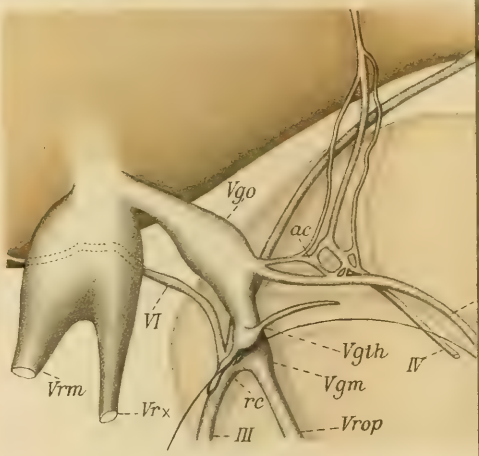
1.


III
Vgo
Vgtr
Vrosac
VI
gab
g.cil
p.mt
Vgm
Vgth
gtr
Vrc
Vrm
Vrx
rc
III
Vrop

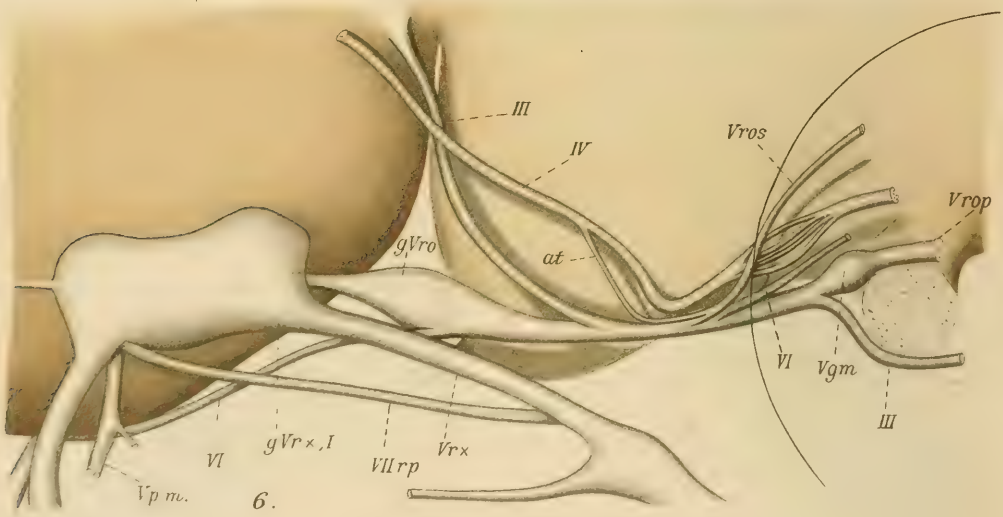
2.


IV
Vgtr
III
Vrosac
Vros
VI
Vpmt
Vgm
IV
Vrm
Vrx
III
Vrop

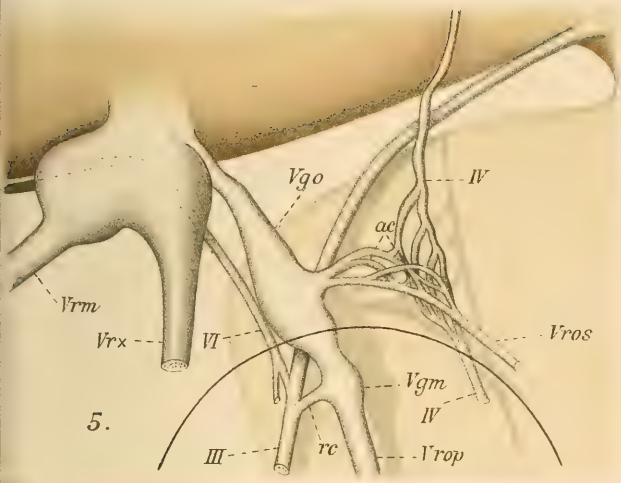
3.


Vgo
ac
VI
Vgth
IV
Vrm
Vgm
Vrx
rc
III
Vrop

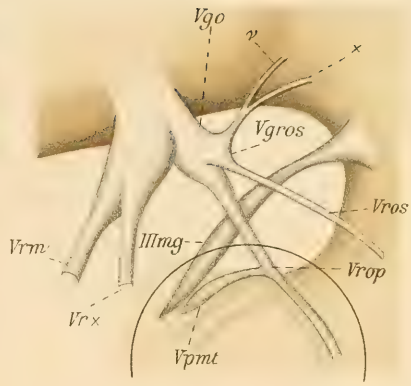
4.


III
IV
Vros
Vrop
gVro
at
VI
Vgm
III
gVrx, I
VI
VII rp
Vrx
Vp m.

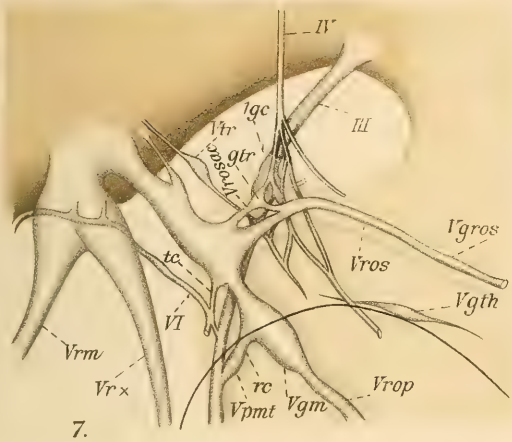
6.



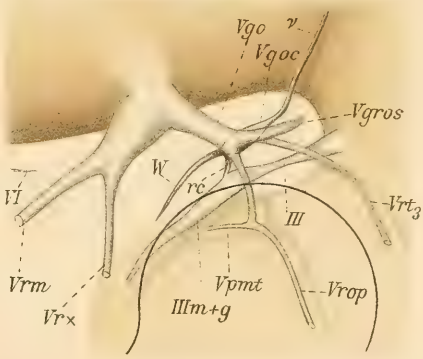
5.



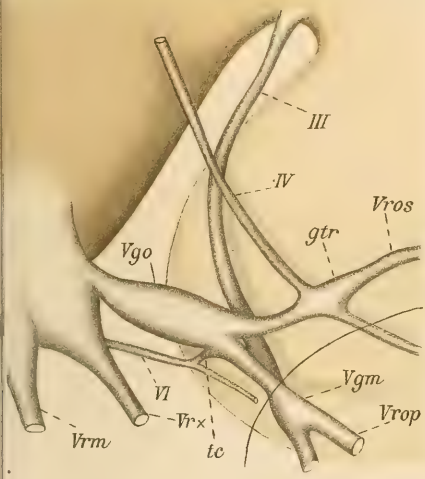
11.

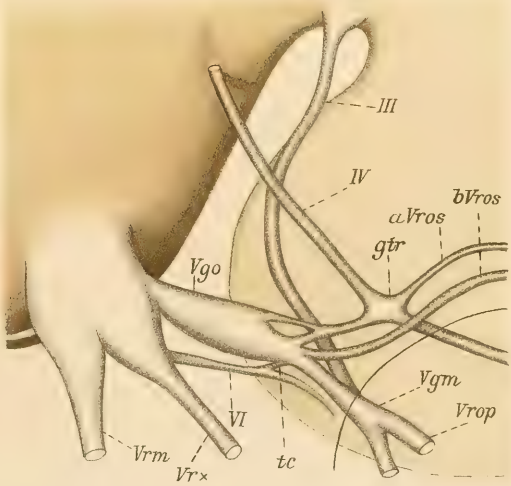


7.



10.

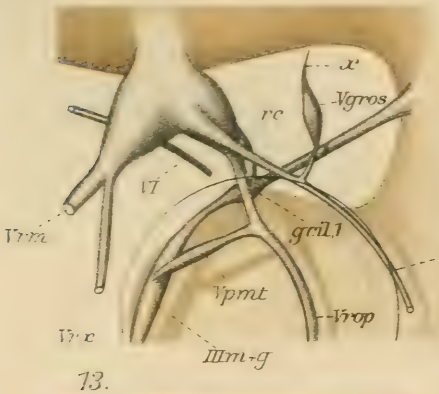




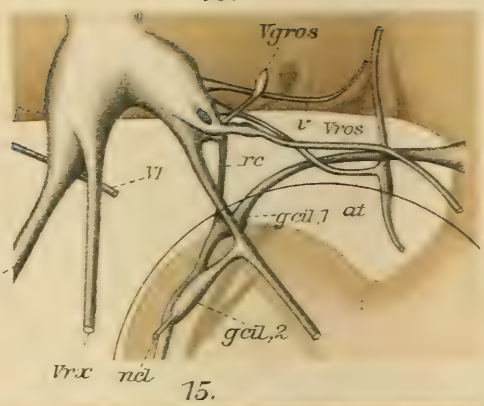
9.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

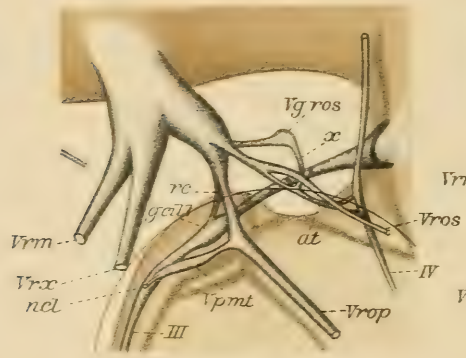
12.



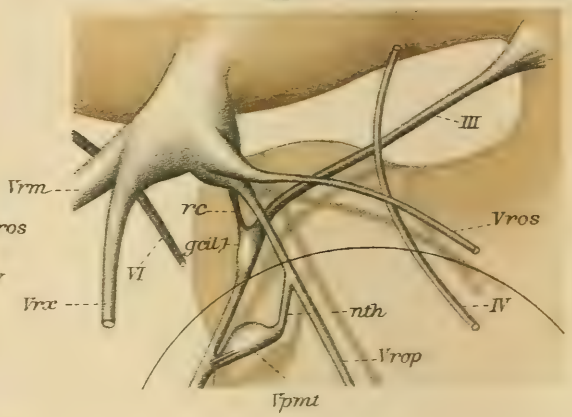
14.



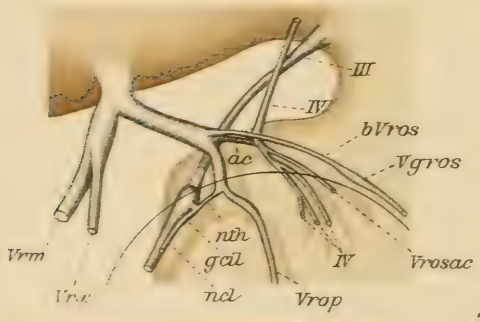
13.



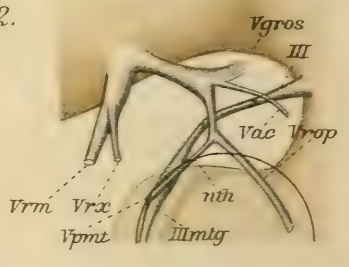
15.



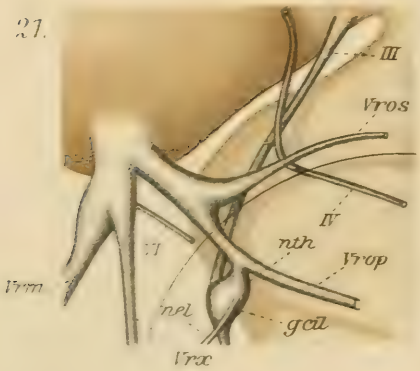
20.



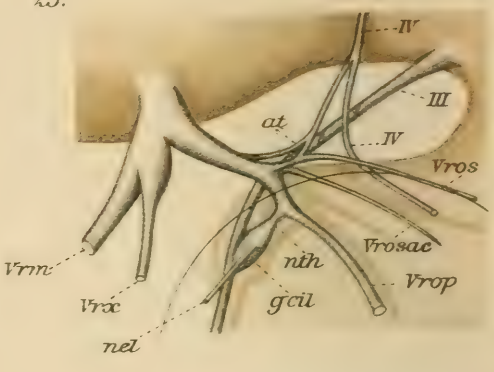
22.



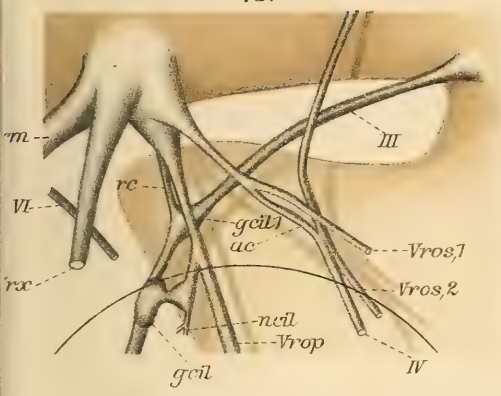
21.



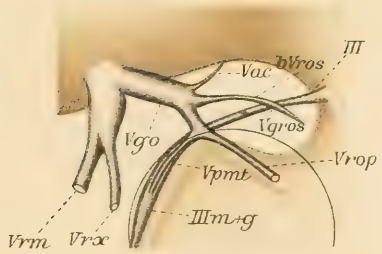
23.



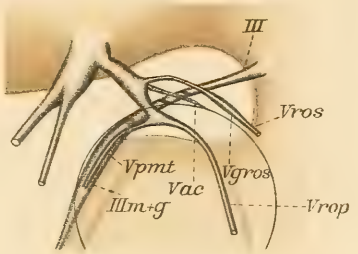
16.



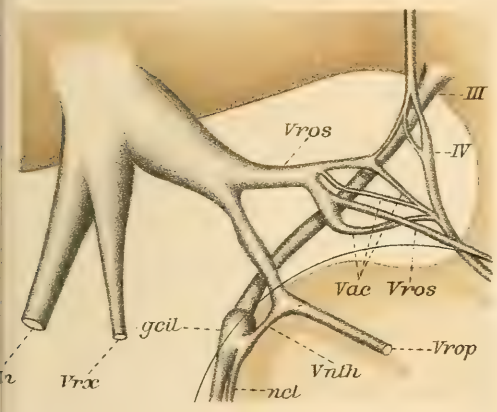
18.



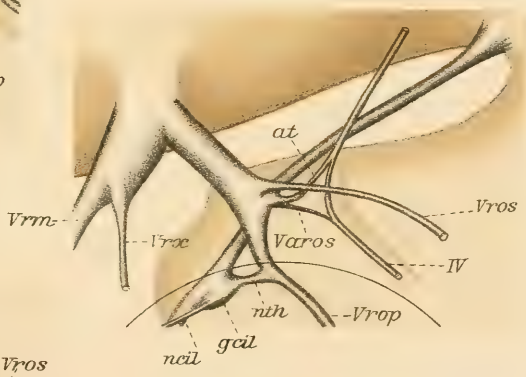
19.



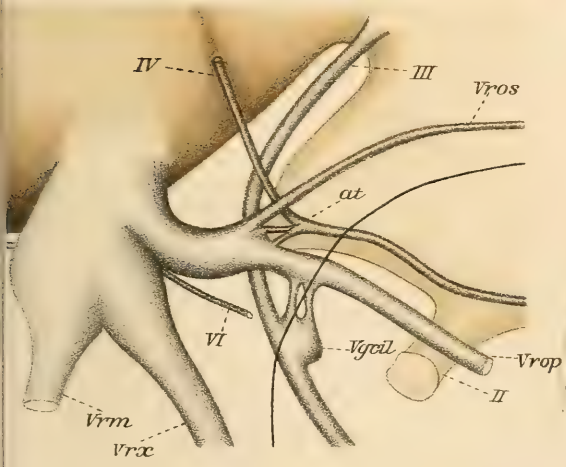
17.



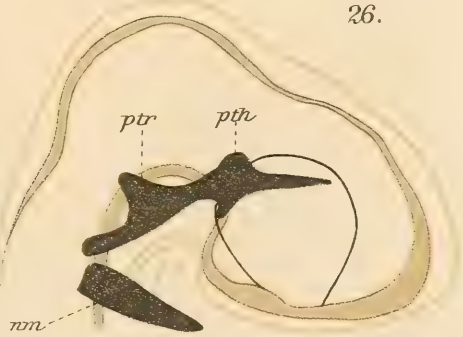
24.



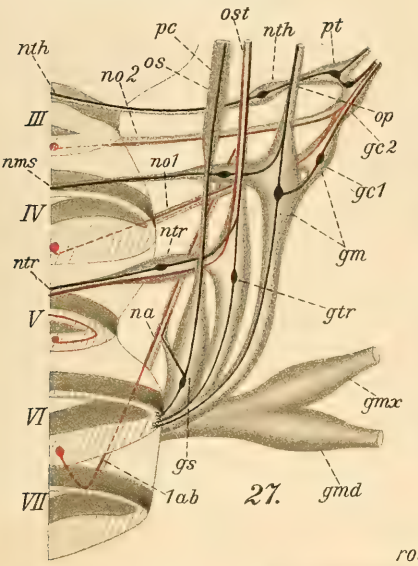
25.



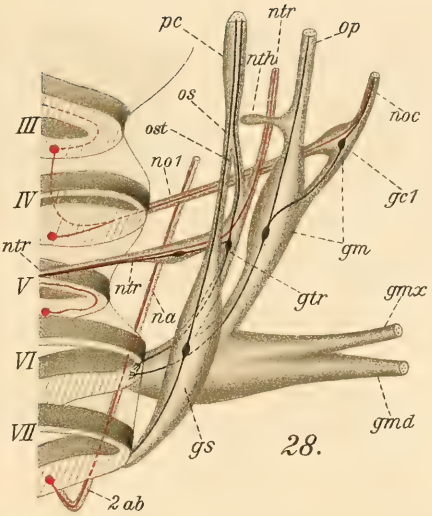
26.



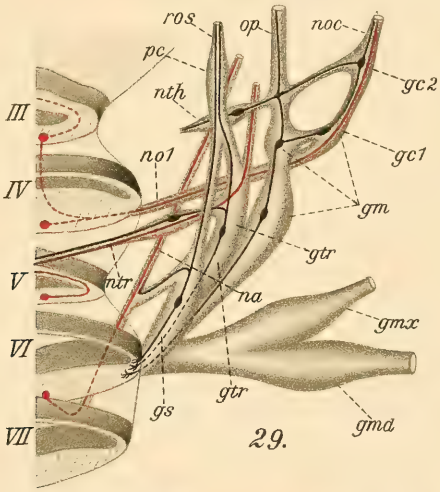
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



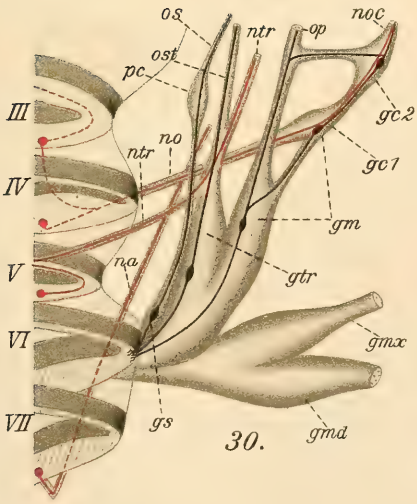
27.



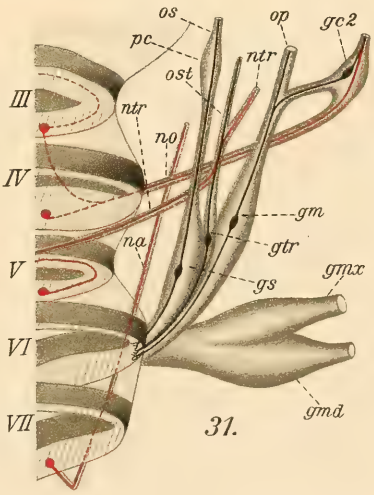
28.



29.

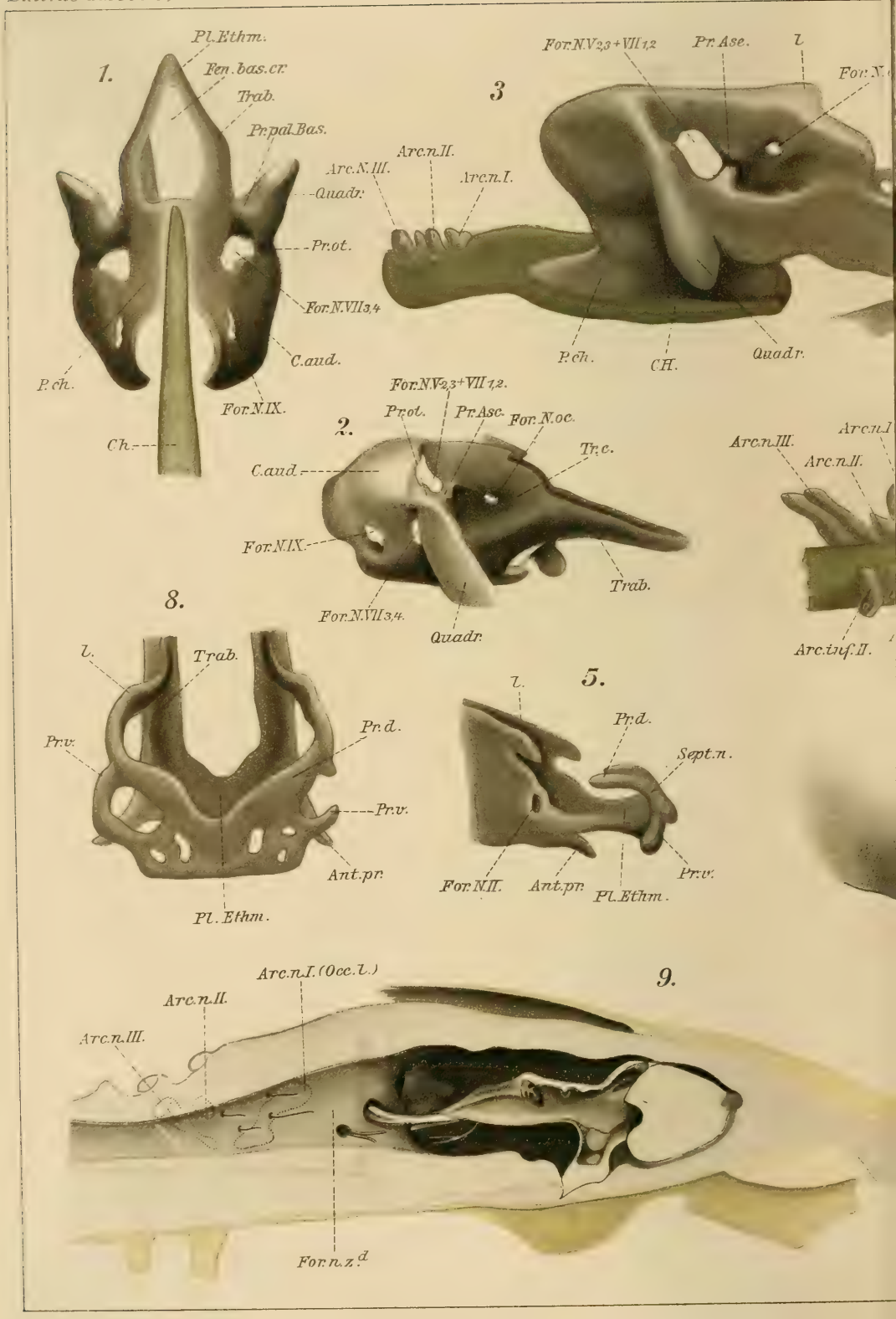


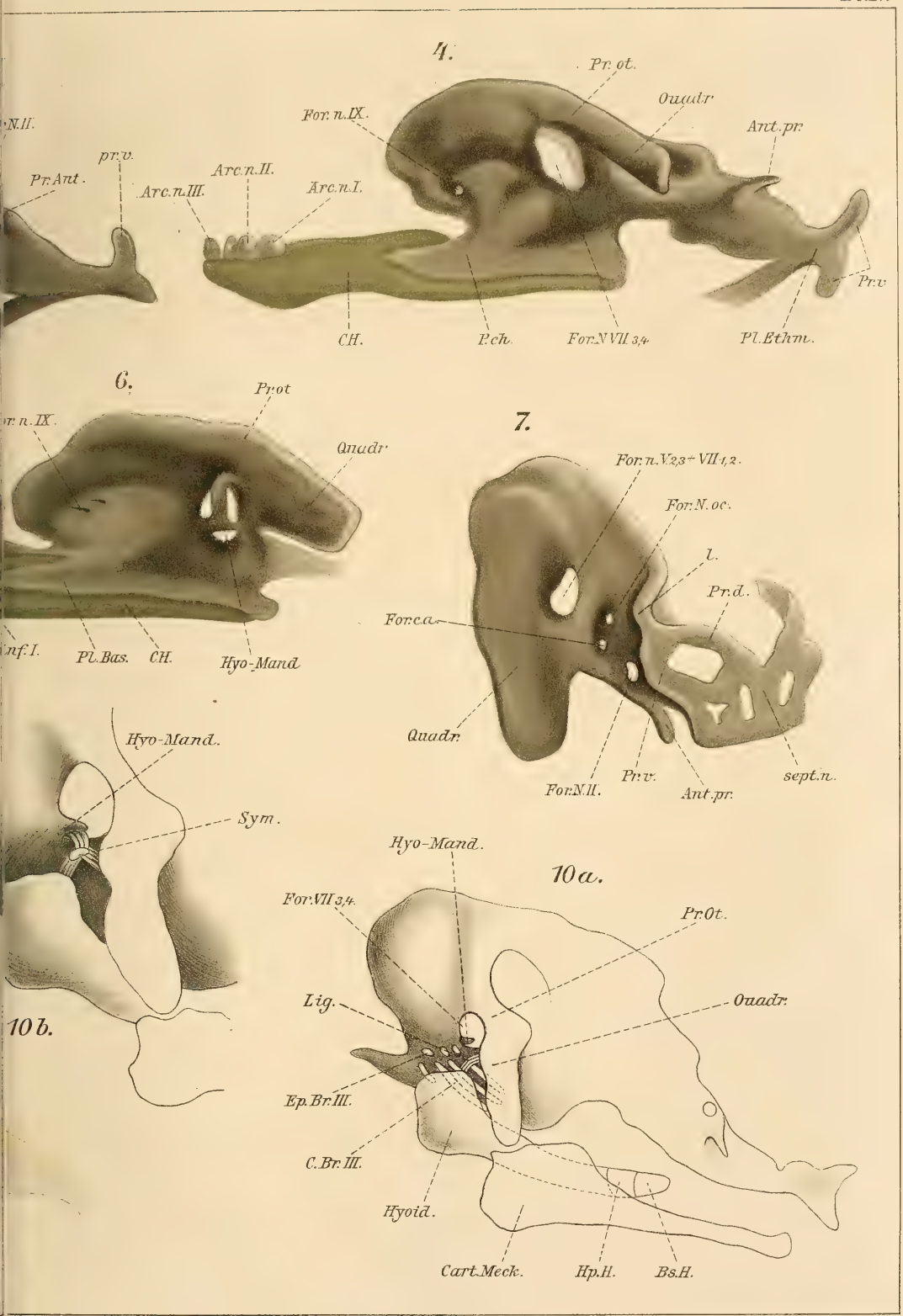
30.



31.

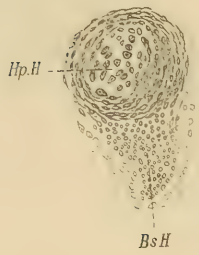
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.


1.
Pl. Ethm.
Fen. bas. cr.
Trab.
Pr. pal. Bas.
Quadr.
Pr. ot.
For. N. VII 3,4
C. aud.
P. ch.
For. N. IX.
Ch.
3
For. N. V 2,3 + VII 1,2
Pr. Ase.
l.
Arc. n. II.
Arc. N. III.
Arc. n. I.
P. ch.
CH.
Quadr.
2.
For. N. V 2,3 + VII 1,2.
Pr. ot.
Pr. Asc.
For. N. oc.
Tr. c.
C. aud.
For. N. IX.
Trab.
For. N. VII 3,4.
Quadr.
Arc. n. III.
Arc. n. II.
Arc. inf. II.
8.
l.
Trab.
Pr. v.
Pr. d.
Pr. v.
Ant. pr.
Pl. Ethm.
5.
l.
Pr. d.
Sept. n.
Pr. v.
For. N. II.
Ant. pr.
Pl. Ethm.
9.
Arc. n. I. (Occ. l.)
Arc. n. II.
Arc. n. III.
For. n. z. d.

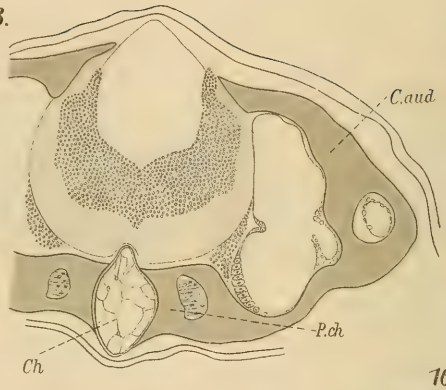


Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

11.

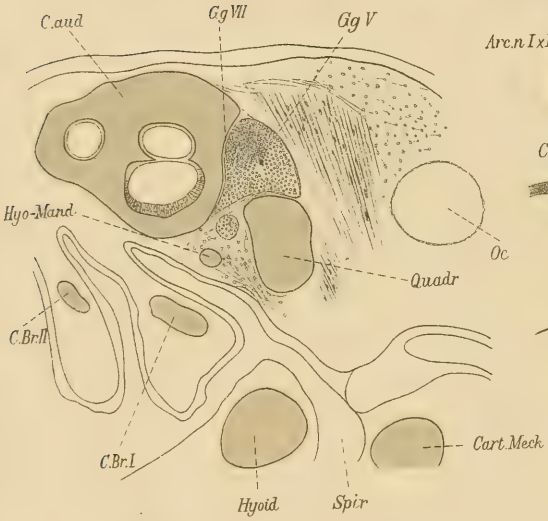


13.

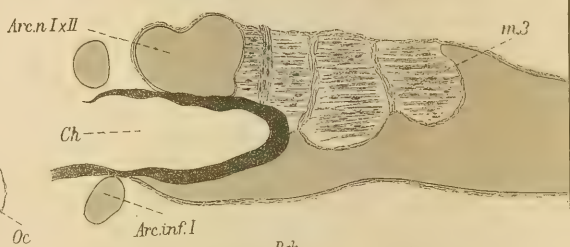


14.

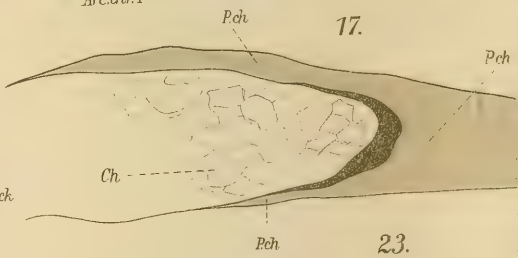
12.



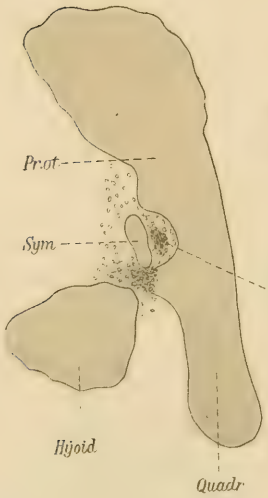
16.



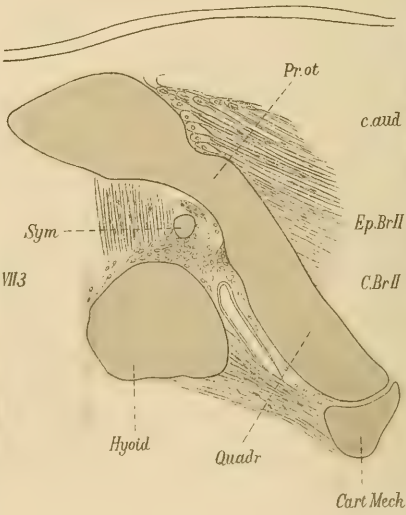
17.



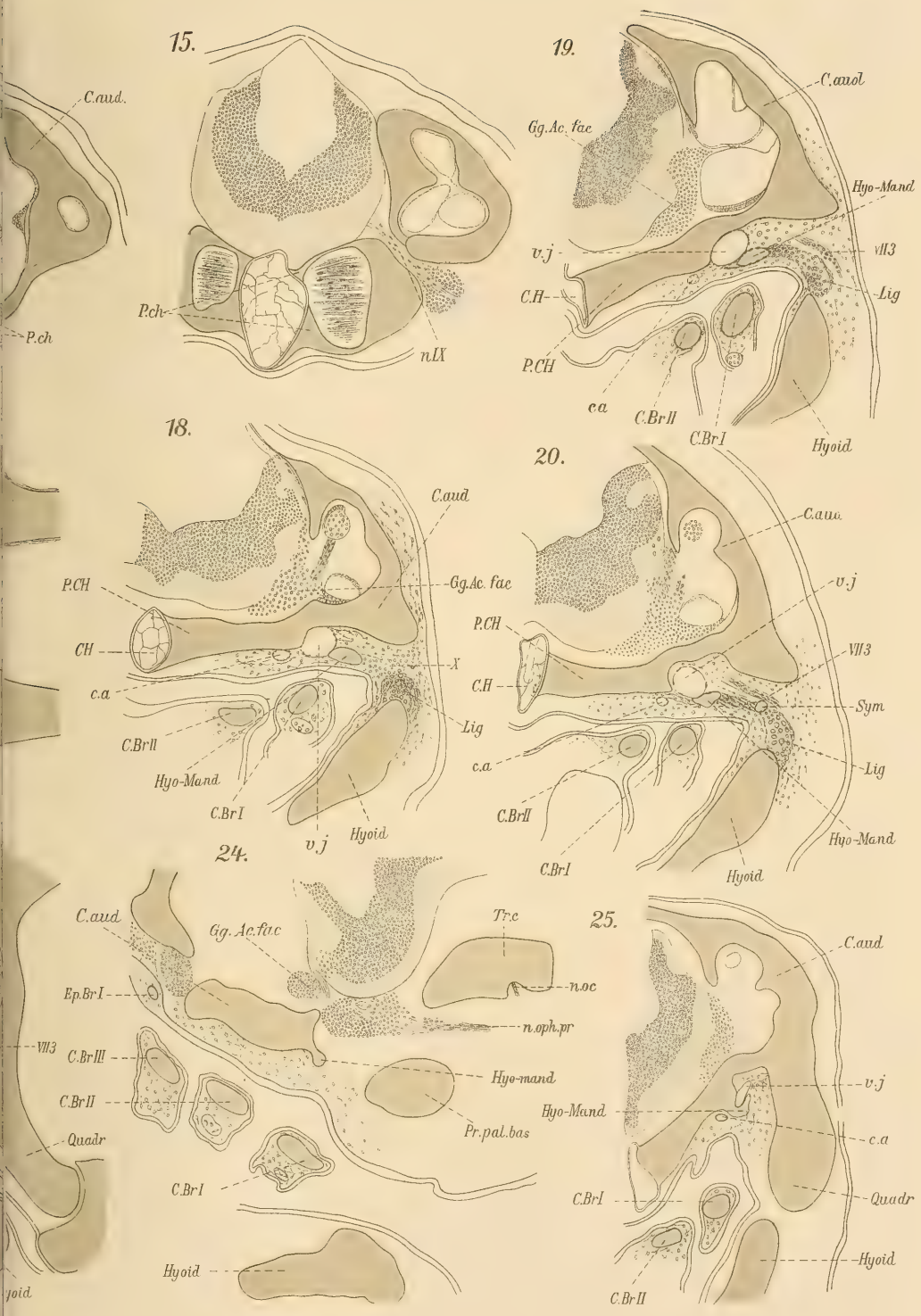
22.



21.



23.


15.
C.aud.
P.ch
P.ch
n.IX
19.
C.aud
Gg.Ac. fac
Hyo-Mand
v.j
VII3
C.H
Lig
P.CH
c.a
C.BrII
C.BrI
Hyoid
18.
C.aud
P.CH
Gg.Ac. fac
CH
X
c.a
Lig
C.BrII
Hyo-Mand
C.BrI
v.j
Hyoid
20.
C.aud
v.j
P.CH
VII3
C.H
Sym
c.a
Lig
C.BrII
Hyo-Mand
C.BrI
Hyoid
24.
C.aud
Gg. Ac.fac
Tr.c
n.oc
Ep.BrI
n.oph.pr
VII3
C.BrIII
Hyo-mand
C.BrII
Pr.pal.bas
Quadr
C.BrI
Hyoid
25.
C.aud
v.j
Hyo-Mand
c.a
C.BrI
Quadr
Hyoid
C.BrII

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

	R. C.	Mrk.
А. Кронебергъ. Матеріалы къ познанію строенія лжескорпіоновъ (Chernetidae). Съ 3 табл. 1890	1.	2.
O. Retowski. Die Tithonischen Ablagerungen von Theodosia. Mit 6 Taf. 1893	4.	8.
J. Gerassimoff. Über die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten. 1892	.50	1.
— Einige Bemerkungen über die Function des Zellkerns. 1891	.25	.50
A. Artari. Zur Entwicklungsgeschichte des Wassernetzes (Hydrodictyon utriculatum). Mit 1 Taf. 1890	1.	2.
J. Goroshankin. Chlamydomonas Braunii, mihi. Mit 2 Taf. 1890	1.25	2.50
— Chlamydomonas Reinchardi (Dangeard) und seine Verwandten. Mit 3 Taf.	2.	4.
M. Golenkin. Pteromonas alata, Cohn. Mit 1 Taf. 1891	.75	1.50
V. Deinega. Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen. Mit 1 Taf. 1891	1.	2.
B. Lwoff. Die Bildung der primären Keimblätter und die Entstehung der Chorda und des Mesoderms bei den Wirbelthieren. Mit 6 Taf. 1894	4.	8.
M. Iwanzoff. Der mikroskopische Bau des elektrischen Organs von Torpedo. Mit 3 Taf. 1894	2.50	5.
— — Das Schwanzorgan von Raja. Mit 3 Taf. 1895	2.25	4.50
A. Sewertzoff. Die Entwickelung der Occipitalregion der niederen Vertebraten. Mit 2 Taf. 1895	1.50	3.
P. Ssüsew. Die Gefässkryptogamen des mittleren Urals. 1895	.25	.50
P. Suschkin. Aquila Glitchii, Sev. (Biologische Skizze). Mit 2 Taf. 1896	.50	1.
Ew. H. Rübsaamen. Ueber russische Zoocecidien und deren Erzeuger. Mit 6 Taf. 1896	2.50	5.

Матеріалы къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи.

Отдѣлъ зоологическій.

Выпускъ 1-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 2-й. Цѣна **3** руб. **50** коп.—Выпускъ 3-й. Цѣна **2** руб. **50** коп.—Выпускъ 4-й. Цѣна **2** руб. **50** коп.—Выпускъ 5-й. Цѣна **3** руб. Выпускъ 6-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 7-й. Цѣна **2** руб. Выпускъ 8-й. Цѣна **7** р. **50** к.—Выпускъ 9-й. Цѣна **2** р.

Отдѣлъ ботаническій.

Выпускъ 1-й. Цѣна **1** руб. **50** коп. — Выпускъ 2-й. Цѣна **3** руб. — Выпускъ 3-й. Цѣна **1** руб. **50** коп.— Выпускъ 4-й. Цѣна **2** руб. — Выпускъ 5-й. Цѣна **1** руб. **50** коп.—Выпускъ 6-й. Цѣна **3** руб. **50** коп.

Матеріалы къ познанію геологическаго строенія Россійской Имперіи.

Выпускъ 1-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 2-й. Цѣна **4** р. **50** к.

А. Ячевскій.

ОПРЕДѢЛИТЕЛЬ ГРИБОВЪ.

Цѣна **1** руб.

Складъ изданій въ бюро Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы. Университетъ.

506.941.2
M852

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES NATURALISTES

DE MOSCOU.

Publié

sous la Rédaction du Prof. Dr. **M. Menzbier** et du Dr. **Nowikoff.**

ANNÉE 1910.

№ 4.

(Avec 2 planches.)

MOSCOU.
Typo-lithogr. de la Société **J. N. Kouchnereff et C-ie,**
Pimenowskaïa, propre maison.
1911.

Les lettres, ouvrages et communications destinés à la Société doivent être adressés à la **Société Impériale des Naturalistes de Moscou.**

Table des matières

CONTENUES DANS CE NUMÉROS.

Pages.

S. Tschetwerikoff. Beiträge zur Anatomie der Wasserassel (Asellus aquaticus, L.). Mit 2 Taf. . . . . 377—509

Prof. Dr. E. Leyst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1910 . . . . . 510—552

Протоколы засѣданій Импер. Моск. Общ. Испыт. Природы за 1910 г. 1—18

Годичный отчетъ Импер. Москов. Общ. Испыт. Природы за 1909—1910 г. . . . . 1—24

Livres offerts ou échangés durant l'année 1910 . . . . . 1—35

En vente au siège de la Société:

	R. C.	Mrk.
Dr. J. v. Bedriaga. Die Lurchfauna Europa's. II. Urodela. 1897	4.	8.
M-lle C. Sokolowa. Naissance de l'endosperme dans le sac embryonnaire de quelques gymnospermes. Avec 3 pl. 1891.	1.50	3.
Л. Круликовскій. Опытъ каталога чешуекрылыхъ Казанской губ. I. Rhopalocera. Съ 1 таб., стр. 52. 1890 . . .	.75	1.50
— — Опытъ каталога чешуекрылыхъ Казанской губ. II. Sphynges, Bombyces. III. Noctuae. 1893 .	.75	1.50
Д. И. Литвиновъ. Гео-ботаническія замѣтки о флорѣ Европ. Россіи. Стр. 123. 1891	1.	2.
И. Я. Словцовъ. Позвоночныя Тюменскаго округа и ихъ распространеніе въ Тобольской губ. 1892	.75	1.50
A. Croneberg. Beitrag zur Kenntniss des Baues der Pseudoscorpione. Mit 3 Taf. 1890	1.	2.
— — Beitrag zur Ostracodenfauna der Umgegend von Moskau. Mit 1 Taf. 1894	.50	1.—
Th. Lorenz. Die Vögel des Moskauer Gouvernements. 1894 . . .	1.	2.

Beiträge zur Anatomie der Wasserassel.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

(Asellus aquaticus L.)

Mit 2 Taf.

Von

S. Tschetwerikoff.

„Nirgends im Tierreich bietet das Studium der äusseren Organisation ein grösseres vergleichend-anatomisches Interesse als bei den Arthropoden. Die den Körper mit allen seinen Gliedmassen äusserlich überziehende mehr oder weniger harte Chitinhülle dient nicht nur den inneren Organen zum Schutz, sondern stellt zugleich auch das Skelet dar, an welchem sich die Muskulatur von innen anheftet. Hierin liegt der Hauptgrund der bei den Arthropoden so ganz besonders engen Beziehungen zwischen äusserer und innerer Organisation“ [1]). Mit diesen Worten leitet *Lang* den vergleichend-anatomischen Teil des Abschnittes seines bekannten Lehrbuches ein, welcher den *Arthropoden* gewidmet ist, dieselben Worte liegen auch der vorliegenden Arbeit zu Grunde. Zwar war der ursprüngliche Plan der Arbeit ein anderer, da ich eigentlich anfangs nur das Studium der am wenigsten erforschten Seiten der Organisation von *Asellus*, nämlich die Muskulatur, das Blutgefäss- und Nervensystem im Auge hatte. Doch schon nach den ersten Schritten musste ich die absoluten Richtigkeit der obigen Worte des deutschen Forschers anerkennen. All' diese Organsysteme, besonders die Muskulatur, stehen

---

[1]) *Lang.* 1894, p. 304.

MAY 23 1912

bis zu einem solchen Grade mit der äusseren Organisation und der Körpergliederung des Tieres im engsten Zusammenhange, dass das Studium derselben, hauptsächlich aber das Verständnis ihrer Funktion, ohne eine eingehende Kenntnis des Baues des Chitinskelets ganz undenkbar ist. Und trotzdem, so eigentümlich dies auch erscheinen mag, erweist sich bei näherer Kenntnisnahme der diesbezüglichen Literatur das völlige Fehlen einer solchen eingehenderen Kenntnis.

Als die Zoologie durch das unermüdliche Streben der grossen Naturalisten des XVIII Jahrhunderts den Weg des eingehenden und detailierten Studiums der einzelnen Vertreter des Tierreiches betreten hatte, widmeten schon eine ganze Reihe von hervorragenden Forschern ihre Aufmerksamkeit dem Studium der Organisation und der Lebensweise der Wasserassel. Im Jahre 1778 lieferte der schwedische Forscher *Ch. de Geer* [1]), im Bd. VII seiner „*Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*" eine für seine Zeit ausserordentlich ausführliche Beschreibung dieses Tieres, wobei er sich zum ersten Mal dazu des Mikroskops bediente. Beinahe 40 Jahre später veröffentlichte *G. R. Treviranus* [2]) den ersten Band seiner „*Vermischten Schriften*", wo er 14 Seiten der Beschreibung des Baues von *Oniscus aquaticus* (= *Asellus aquaticus*) und der Vergleichung desselben mit einigen terrestren *Oniscidae* widmet. Dieser Arbeit *Treviranus* verdanken wir nicht nur eine Beschreibung der äusseren Organisation der Wasserassel, die besonders eingehend die Struktur der komplizierten Mundwerkzeuge behandelt, sondern auch einige Angaben über den inneren Bau desselben.

Der erste, der nach *Treviranus* seine Aufmerksamkeit von neuem diesem Arthropod zuwandte, war wiederum der schwedische Forscher *H. Rathke* [3]), welcher nach seiner 1820 erschienenen klassischen Arbeit über die Anatomie von *Idothea entomon* im Jahre 1834 seine Untersuchungen über den Bau und hauptsächlich über die Entwickelung von *Asellus aquaticus* veröffentlichte.

Doch kommt all' diesen Arbeiten (ausser vielleicht der letzten)

---

[1]) *De Geer*. 1778.
[2]) *G. R. Treviranus*. 1816, pp. 68—82.
[3]) *H. Rathke*. 1834.

heute nur mehr ein hauptsächlich historisches Interesse zu. Abgesehen von einer ganzen Reihe von für ihre Zeit wichtigen Entdeckungen, abgesehen von dem bedeutenden Scharfsinn, den die genannten Autoren bei der Erklärung ihrer verschiedenen Beobachtungen anwandten, waren doch die von ihnen angewandten Untersuchungsmethoden, ja der Vorrat an allgemeinem zoologischen Wissen und die Kenntnisse, über die sie damals verfügen konnten, allzu beschränkt und unvollkommen, um diese Autoren vor einer ganzen Reihe von wesentlichen Ungenauigkeiten und Fehlschlüssen zu bewahren.

Die erste grössere Arbeit [abgesehen von einer kleinen Skizze *Zenker's* [1]], welche darauf die Organisation von *Asellus* behandelte und der nicht nur ein historisches Interesse, sondern eine hohe wissenschaftliche Bedeutung im modernen Sinne zukam, war die Arbeit von *G. Sars* [2]). In seiner „*Histoire naturelle des crustacés d'eau douce de Norvège*" widmet er der Wasserassel ein ganzes Kapitel, wo er mit der ihm eigenen Meisterschaft eine von vielen schön ausgeführten Abbildungen begleitete monographische Beschreibung unserer Wasserassel giebt, wobei dem Studium ihres äusseren Chitinskelets eine bedeutende Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Doch war diese eingehende Arbeit nicht nur die erste, sondern auch die letzte in dieser Beziehung, wenigstens was das detailierte monographische Studium der ganzen Organisation von Asellus anbetrifft. Zwar verfügen wir über eine ganze Reihe von Arbeiten und Einzelbeobachtungen aus späterer Zeit, doch beschäftigen sie sich entweder mit dem Bau einzelner Organsysteme, oder sie berühren die Organisation dieses Tieres nur beiläufig beim Studium des Baues anderer Arthropoden.

Speziell der uns eben interessierende Abschnitt (das Chitinskelet), der von *Sars* am eingehendsten behandelt wurde, hat nach ihm am wenigsten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und, abgesehen von einigen in den verschiedenen Arbeiten späterer Autoren verstreuten Berichtigungen, beruht unsere ganze Kenntnis der äusseren Organisation von *Asellus* auf den von *Sars* veröffentlichten

---

[1]) *W. Zenker*. 1854, pp. 103—107.

[2]) *G. O. Sars*. 1867, pp. 90—123.

Daten. Seine Untersuchungen bilden die Grundlage der meisten von den späteren Autoren angeführten Angaben und haben in beinahe vollem Umfange sowohl in solchen Sammelwerken wie *Bronn*'s „Klassen und Ordnungen des Tierreichs“ [1]), als auch in den meisten modernen grossen Lehrbüchern Aufnahme gefunden.

Auf diese Weise wurde die „*Histoire naturelle des Crustacés*“ zu der Grundlage von der wir heute beim Studium der Organisation der Wasserassel ausgehen müssen. Doch zeigten schon die auf die *Sars*'sche folgenden Arbeiten, dass diese Basis nicht immer genügend zuverlässig ist. Bei der ungeheuren Aufgabe, die sich der berühmte Norwegische Forscher gestellt hatte, wäre es zum mindesten merkwürdig, wollte man von derselben eine völlige Unfehlbarkeit und erschöpfende Vollständigkeit verlangen. Die nachfolgenden Arbeiten weisen bereits gewisse Irrtümer in seinen Beobachtungen nach, manche Berichtigungen musste auch ich einschalten. Doch sowohl *Sars*, als auch die späteren Autoren liessen gewisse interessante Züge in der Organisation der Wasserassel ganz ausser Acht und die Ausfüllung dieser Lücken war mir eine der wichtigsten Ziele der vorliegenden Arbeit.

Doch wird der ganze Inhalt dieser Untersuchung nicht durch die erwähnten Aufgaben erchöpft. Beim Studium des Baues eines beliebigen Tieres drängt sich uns stets unwillkürlich die Frage nach dem „warum?“ auf. Diese Frage, die bis Darwin ein äusserst weites Feld für eine unendliche Reihe durch nichts gehinderter und durchaus willkürlicher metaphysischer Spekulationen eröffnete, gewann nach dem Erscheinen der „Entstehung der Arten“ eine durchaus konkrete, genaue wissenschaftliche Bedeutung.

Die Frage „warum?“ zerfällt in zwei Fragen: erstens, „wozu“ dient dem betreffenden Tier ein Organ oder eine gewisse Eigenart der Organisation, zweitens, „von wo, auf welche Weise“ konnte das betreffende Organ bei ihm zur Entwickelung gelangen? Die erste Frage betrifft die Zweckmässigkeit und als Antwort auf dieselbe dient das Studium der Anpassung des Tieres an die umgebenden Bedingungen (im allerweitesten Sinne) und als Erklärung — der Kampf ums Dasein. Die Lösung der zweiten Frage lässt sich durch das vergleichende Studium des Baues und der Entwickelungs-

[1]) *Gerstäcker*. 1881—1883, pp. 8—278.

geschichte des betreffenden Organs bei den verschiedenen Tierformen erzielen, welches auf der bedingungslosen Anerkennung des gemeinsamen Ursprungs aller heute lebenden Tierformen und der allmählichen Entwickelung von den gemeinsamen Stammeltern aus basiert.

Es ist allerdings nicht immer leicht eine Antwort auf beide diese Fragen zu finden. Häufig bleiben der Untersuchung die speziellen Funktionen eines bestimmten Organes völlig unzugänglich; andererseits ist es bisweilen noch schwieriger sich über die vergleichend-anatomische Bedeutung von irgend welchen Eigenarten in der Organisation Klarheit zu verschaffen. Soweit dies jedoch möglich ist, will ich in der vorliegenden Untersuchung versuchen auch auf diese Fragen zu antworten.

Ehe ich zur Beschreibung der einzelnen Teile des Chitinskelets der Wasserassel übergehe, scheint es mir geboten venn auch in Kürze der Struktur desselben selbst zu erwähnen. *Leydig* [1]) hat sich mit der Struktur des Chitinskelets von *Asellus* befasst und gezeigt, dass diese Hülle bei einer mittleren Dicke am Rücken von nur crc. 0,007‴ von einer grossen Anzahl in die Härchen führenden Kanälen durchbohrt ist und ausserdem gewissermassen eine feine Netz- (Waben-) Struktur besitzt. Dabei ist dieselbe mehr oder weniger von Kalksalzen imprägniert, worauf die reichliche Absonderung von Gazen bei Einwirkung von Essigsäure hinweist. Der Netzstruktur erwähnt auch *Sars* [2]), der auch eine Abbildung derselben giebt [3]). Doch suchen wir sowohl bei dem einen, als auch bei dem anderen vergeblich nach irgend einer Angabe über die Beziehungen zwischen der Struktur der Chitinhülle und den Kalkablagerungen in derselben, und *Schneider* [4]), der ebenfalls bedeutend später als diese zwei Forscher das Chitin von *Asellus* untersuchte, bemerkt direkt, dass es ihm nicht gelungen sei in demselben wirklich sichtbare Kalkkonkretionen zu entdecken.

[1]) Leydig. 1855, p. 379.
[2]) *Sars*. 1867, p. 95.
[3]) *Sars*. 1867. T. VIII, f. 16.
[4]) *Schneider*. 1887, p. 763.

Trotzdem erreichen, besonders bei älteren Individuen, die Kalkablagerungen einen bedeutenden Umfang, worauf einerseits die äusserst reichliche Ausscheidung von Kohlensäure unter dem Einflusse irgend einer Säure, andererseits die Härte und dabei grosse Brüchigkeit des Chitinpanzers hinweist. Praeparieren wir das Tergon irgend eines Brustsegmentes von Asellus heraus (am besten bedient man sich der eben abgeworfenen Chitinhüllen gleich nach der Häutung) und betrachten wir dasselbe im Wasser, so lässt sich bereits bei schwacher Vergrösserung die oben erwähnte Wabenstruktur des Chitins deutlich erkennen. Bei genauer Einstellung des Mikroskops stellt sich uns dieselbe als von hellen Linien in ziemlich regelmässige polygonale Zellen eingeteilter recht dunkler Hintergrund dar. Setzen wir nun an der einen Seite des Deckgläschens etwas *sehr schwache* Säure hinzu (ich bediente mich mit ganz gleichem Erfolge sowohl schwacher Essigsäure, als auch sehr stark verdünnter Schwefelsäure) und saugen an der anderen Seite das Wasser mit Filtrierpapier auf, so können wir nach Beginn der Einwirkung der Säure folgende interessante Erscheinung beobachten: die Fäden des hellen Netzes im Chitin beginnen sich immer mehr und mehr zu verbreitern, während die dunkeln Zellen im Gegensatz dazu sich entsprechend verkleinern, wobei ihre Ränder unregelmässige Aushöhlungen aufweisen. Endlich fliesst das helle Netz ganz ineinander, während die dunkeln Felder dazwischen ganz verschwinden; natürlich macht sich während des ganzen Prozesses eine geringere oder grössere Ausscheidung von kohlensaurem Gas bemerkbar. Betrachten wir nun das übriggebliebene entkalkte Chitin aufmerksam, so lässt sich von neuem ein äusserst feines, seiner Struktur nach mit dem vorhergehenden völlig übereinstimmendes, doch viel schwächeres Netz und mit umgekehrtem Verhältnis von Licht und Schatten, d. h. von dunklen Linien begrenzte hellere Zellen, erkennen.

Dieses Experiment weist deutlich auf die ausserordentlich innigen Beziehungen hin, die zwischen den Kalkeinschlüssen und der Netzstruktur des Chitins bestehen: *jede dunkle Zelle stellt eine Kalkkonkretion dar*, und unter den günstigsten Bedingungen lässt sich innerhalb einer jeden mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen eine grosse Menge äusserst feiner Kalkkörnchen unterscheiden. Dank der stärkeren Lichtbrechung erscheinen eben die mit diesen Körnchen angefüllten Stellen dunkler. Ist nun der Kalk unter dem Einfluss

irgend einer Säure in Lösung übergegangen, so werden diese Stellen im Gegenteil heller erscheinen, da das Chitin, das früher die Kalkkörnchen enthielt, hier natürlich dünner ist als in den Wabenwandungen. Auf diese Weise erhalten die geschilderten Beobachtungen eine ganz nätürliche Erklärung.

Jetzt bleibt noch die Frage offen, wo eben die erwähnten Kalkkörnchen im Chitin eingelagert sind und weshalb sie sich nicht gleichmässig in demselben verteilen, statt die oben beschriebene polygonale Struktur zu veranlassen. Auf die erstere Frage suchte schon *Leydig* [1]) eine Antwort zu geben, wenn er schreibt: „Auf der freien Schalenfläche [ist] eine polygonalzellige Zeichnung sichtbar". Doch bestätigen meine Beobachtungen diese Angaben keineswegs. Allerdings ist es ausserordentlich schwierig bei der grossen Feinheit und Durchsichtigkeit des Chitins von *Asellus* durch direkte Beobachtung die Frage zu lösen, auf welcher Fläche der festen Hülle tatsächlich diese Zellen zur Ausbildung gelangen, ob an der äusseren oder inneren. Doch auch hier hilft uns der obige Versuch mit der Säure über die Schwierigkeit hinweg.

Wenn wir die Säure auf ein ganz unbeschädigtes Exemplar einwirken lassen, so macht sich (wenigstens in der ersten Zeit) nicht die geringste Ausscheidung von Kohlensäure bemerkbar. Doch genügt es an irgend einer Stelle die Hülle zu beschädigen und so der Säure den Zutritt ins Innere des Körpers zu eröffnen, dass sogleich eine stürmische Gasbildung an der ganzen inneren Fläche des Chitinskelets eingreift. Diese Daten deuten ganz unzweifelhaft darauf hin, dass der Panzer von *Asellus* von aussen aus ganz reinem Chitin besteht und nur an der inneren Fläche von Kalk inkrustiert wird. Und da aus diesen Beobachtungen deutlich ersichtlich ist, dass die polygonale Chitinstruktur durch die Ablagerung der Kalksalze an demselben veranlasst wird, so folgt daraus notwendig, dass diese Struktur gerade an der Innenseite desselben zum Ausdruck kommen muss, nicht aber, wie *Leydig* annimmt, an der äusseren.

Der Charakter dieser Struktur endlich wird durch die Tätigkeit des dem Chitin untergelagerten Hypoderms (*Matrix*) bestimmt. Unmittelbar nach der Häutung ist das Chitin völlig rein, durchsichtig

---

[1]) *Leydig*. 1885, p. 379.

und biegsam. Bald beginnt es jedoch von Kalk inkrustiert zu werden; wahrscheinlich nimmt wohl jede Zelle des Hypoderms an diesem Prozess Anteil, so dass die innere Fläche des Chitinskelets einen genauen Abdruck der Zellenstruktur des demselben untergelagerten Hypoderms darstellt; dies ist auch der Grund, weshalb der Kalk auch nur an der Innenfläche auftritt.

Ich muss obenhin noch auf folgende Tatsache aufmerksam machen. Bei langem Liegen im Wasser findet im Chitin von *Asellus* eine Umkrystallisierung des in demselben enthaltenen Kalkes statt. Seine Wabenstruktur geht dabei fast völlig verloren, dafür tritt aber eine Menge „schuhsohlenförmiger" Kalkstäbchen auf, die bald frei, bald zu Kreuzen oder Sternchen verwachsen dem Chitin eingelagert sind. Doch sind dies posthume Erscheinungen, die am lebenden *Asellus* oder frisch abgeworfenen Hüllen mir zu beobachten nie gelungen ist.

Die geschilderten Eigentümlichkeiten im Bau des Chitins von *Asellus* nötigten mich zur Anwendung gewisser besonderer Handgriffe bei der Untersuchung. Die ausserordentliche Feinheit und Durchsichtigkeit (Farblosigkeit) dieses Integuments erschweren das Studium der feineren Details der verschiedenen Chitinbildungen ausserordentlich. Weiter bedingt die ungleichmässige Verteilung der Kalkablagerungen einerseits eine solchermassen erhöhte Brüchigkeit des Integuments, dass dasselbe bereits bei leichtem Druck in Stücke geht, andererseits maskiert dieselbe ausserordentlich sämtliche durch die veränderliche Dicke des Chitins veranlassten Unterschiede.

All' dies bewog mich dazu, erstens, zu der Färbung des Chitins und, zweitens, zu dessen Entkalkung meine Zuflucht zu nehmen. Da ich in der Literatur keine genügenden diesbezüglichen Angaben vorfand, so gelangte ich, nach einer Reihe von mehr oder weniger verunglückten Experimenten, zu folgender Bearbeitungsmethode des Chitins.

Ein Teil oder das ganze Tier wurde in Kalilauge bis zur völligen Auflösung sämtlicher Zellengewebe gekocht, wonach das Skelet ein durchsichtiges (schwach opalisiertes) Aussehen zeigte. Längs der Mittellinie zog sich meistens ein schwarzer Strang—das mit Schlamm und Resten von Diatomeen ausgefüllte Chitin des Darmes. Hierauf

wurde das Skelet in Wasser ausgespült und dann in eine Eosinlösung gebracht. Letztere bereitete ich folgendermassen zu: wässrige Eosinlösung (0,5 T. Eosin auf 100 T. Wasser) wurde durch mehrere Tropfen starker Essigsäure ausgefällt bis zur Bildung einer ziemlich schwach gefärbten orangeroten Lösung und eines dunkelroten Bodensatzes. Letzterer wurde durch Filtrieren entfernt und die übrigbleibende Lösung war zum Gebrauche fertig. Die Färbung währte 12—24 Stunden, wonach das schon eine recht intensive Orangefärbung aufweisende Objekt in durch Essigsäure augesäuertes Wasser und von dort direkt in 95° Alkohol übertragen wurde. Ein Teil der Farbe wurde dabei von Alkohol wieder ausgezogen, doch behielt das Objekt eine ausserordentlich hübsche intensive rote Färbung, die sich schon bei der weiteren Behandlung durch Nelkenöl und Kanadabalsam nicht wechselte und Präparate lieferte, die ihre leuchtende Farbe jetzt im Laufe mehrerer Jahre unverändert bewahren. Die Praeparation und Abgliederung der verschiedenen feinen Teilen des Skelets wurde an solcherweise tingierten Objekten in Nelkenöl vorgenommen, was sich als besonders günstig erwies, da durch die vorhergehende Behandlung eine völlige Entkalkung des Chitins erzielt wurde und die Objekte eine ausserordentliche Weichheit und Geschmeidigkeit erlangten, wobei sie aber sämtliche Eigentümlichkeiten ihres Baues bewahrten. Alle in dieser Arbeit niedergelegten Resultate sind an solchen Präparaten gewonnen und nur beim Studium des Baues, und der Anordnung der Härchen musste ich mich lebender oder frisch abgetöteter Tiere bedienen, da diese Gebilde, dank ihrer ausserordentlich zarten Struktur, leicht abbrechen und verloren gehen, so dass an den Präparaten meist nur die gröberen erhalten bleiben.

Infolge der deutlichen Gliederung des Körpers der Wasserassel in drei Abschnitte: den Kopf, die Brust und das Abdomen, zerfällt auch die vorliegende Arbeit naturgemäss in drei entsprechende Kapitel. Doch beginne ich meine Beschreibung nicht mit dem Kopf, sondern mit der Brust, da der letztere Abschnitt, wie immer, der am wenigsten umgeänderte und speziellen Funktionen angepasste ist, denn dank seiner mittleren Zwischenstellung kommt er weniger mit dem äusseren Medium in Berührung, so dass dieses letztere

auch weniger Einfluss auf denselben hat: in ihm tritt der ursprüngliche segmentale Charakter des Arthropods am deutlichsten zutage.

Allerdings halten einige Autoren, angefangen von *Boas* [1]), die obige Einteilung für unrichtig und rechnen das letzte, die Kieferfüsse tragende Segment des Kopfes dem folgenden Abschnitt, der Brust, zu. Auf den ersten Blick scheinen zu Gunsten einer solchen Einteilung ausserordentlich schwerwiegende prinzipielle Erwägungen zu sprechen, wenden wir uns aber allen Klassen der Arthropoden zu, so werden wir finden, dass für die grösste Mehrzahl derselben eine solche Einteilung nicht anwendbar ist. Wenn dieselbe aber eine prinzipielle sein soll, so kann man sich natürlich nicht auf ihre Anwendung nur in den Fällen, wo dies bequem erscheint, beschränken und sich in anderen Fällen davon lossagen. So müsste auch der Kopf der Insekten in zwei Abschnitte zerfallen, von denen der hintere der Brust zuzurechnen wäre, dann die neuesten Forschungen auf diesem Gebiet haben die Homologie ihrer „Unterlippe" (*Labium*) mit dem ersten Maxillarfüsschen der Krebstiere nachgewiesen. Doch wird sich schwerlich jemand zu einer solchen Einteilung entschliessen. Aus diesem Grunde werden auch wir das die Maxillarfüsse tragende Segment von *Asellus* mit dem Kopf zusammen betrachten und den letzteren auf diese Weise als dem Kopf der Insekten homolog ansehen.

Ehe ich zur detailierten Beschreibung der einzelnen Teile von *Asellus* übergehe, halte ich es für geboten einige Angaben in Bezug auf die dabei angewandte Orientierungsweise derselben zu machen. Sämtliche Teile des eigentlichen Körpers sind in Bezug auf das ganze Tier orientiert, so dass bei den Bezeichnungen „vorn", „nach vorn" stets zum Kopfende hin gemeint ist; „nach hinten" — bedeutet „kaudalwärts" u. s. w. „Die Länge" irgend eines Teiles fällt ebenfalls stets mit der Längsaxe des ganzen Tieres zusammen, die „Breite" mit dem Querdurchmesser: so wird die Breite eines Brustsegmentes die Länge desselben bedeutend übertreffen. Die Segmentanhänge des Körpers werden dagegen als in einer zu der Längsaxe des Tieres senkrechten Ebene liegend betrachtet. Infolgedessen werden wir an jeder Extremität eine „Vorder"- und „Hinterseite",

[1]) Boas. 1883, p. 489.

einen „Innen-“ (näher zur Symmetrieebene) und einen „Aussenrand“ (weiter von derselben entfernt) und natürlich eine „Proximal-“ („Basal-“) und ein „Distalende“ (freies Ende) unterscheiden, wobei der Abstand zwischen den zwei letzteren die Länge der Extremität bezeichnen wird. In diesem Sinne werden alle obigen Ausdrücke zu begreifen sein, wenn nicht speziell eine andere Bedeutung derselben angegeben sein wird.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen beginne ich nun mit der detailierten Beschreibung der Teile des Skelets von *Asellus* und zwar zuerst des Brustabschnittes desselben.

Die Brust (*Thorax s. Pereion*).

Die Brust besteht aus 7 völlig freien und sehr beweglich mit ein ander verbundenen Segmenten oder Gliedern. Alle sieben Segmente sind nach demselben Grundplan gebaut und unterscheiden sich nur in den Details voneinander, die jedoch für ein jedes bezeichnend sind. Infolgedessen genügt es zur Kenntnis der Brust nur eins derselben, und zwar das mittlere (vierte) als, dank seiner mittleren Stellung, das typischste und gleichzeitig am wenigsten spezialisierte, näher zu betrachten. Für die anderen wird es genügen die Eigentümlichkeiten, durch die sie sich von dem schon beschriebenen unterscheiden, festzustellen, wobei wir gleichzeitig bestrebt sein müssen die funktionellen Ursachen, durch die diese Unterschiede veranlasst werden, aufzuklären.

Das vierte Segment (Taf. I, Fig. 1, 2, 3) stellt im gröbsten Sinne einen dorsoventral abgeflachten Ring dar, wobei die Seiten, wie dies aus der Fig. 3 ersichtlich, die stärkste Abplattung erleiden. Die grösste Länge dieses Segments (nach der Längsaxe des Tieres gerechnet) wird von der Breite mindestens um das dreifache übertroffen, doch ist erstere an den verschiedenen Stellen überhaupt grossen Schwankungen unterworfen, bleibt aber am Rücken stets grösser als an der Bauchseite. Auf diese Weise lässt sich im Segment stets deutlich ein dorsaler Halbring, der vom dorsalen Schild oder „Tergit“ (Taf. I, Fig. 1, 2, 3 *trg.*), und ein ventraler Halbring, der vom ventralen Schild oder „Sternit“ (Taf. I, Fig. 2, 3, *str.*) gebildet wird, unterscheiden; dort, wo der Tergit mit dem Sternit zusammentreffen, ist das Segment besonders stark abge-

plattet und bildet die „Seitenteile“ (*Partes laterales*), denen sich unten die Gliedmassen anheften (Taf. I, Fig. 2, 3, *p. lat.*).

In seiner natürlichen Lage am unbeschädigten Tier erscheint das vierte Segment bei der Betrachtung von der Dorsalseite als in die Breite ausgedehntes, fast rechtwinkeliges Schild, das hinten dem Tergit des fünften Segmentes aufliegt und vorn seinerseits vom dritten überlagert ist.

Wenn wir dasselbe herauspraeparieren und den Tergit vom Sternit trennen, den ersteren ausbreiten und von der Dorsalseite betrachten, so geben sich die auf Fig. 1 wiedergegebenen Verhältnisse zu erkennen. In dieser Stellung zeigt der Tergit das Aussehen einer in die Quere ausgezogenen, seiner Form nach einem Rechteck vergleichbaren Platte (Fig. 1, $\alpha\alpha\beta\beta$), deren schmale Seiten von den langen mindestens um das vierfache übertroffen werden und deren vorderer Längsseite noch ein trapezförmiger Teil aufsitzt. Auf diese Weise lassen sich an demselben sechs Seiten und sechs Winkel unterscheiden; die vordere und hintere sind schwach ausgeschnitten.

Die hintere Ecke (α) jeder Seite ist stark abgerundet, während die folgende β (in der Richtung nach vorn) als recht scharfer Vorsprung hervorragt. Dieselbe bildet am nicht herauspraeparierten vierten Segment die vordere, von aussen sichtbare Ecke, und dann erscheint die letztere ganz abgerundet (Taf. I, Fig. 2, β), was darin seine Erklärung findet, dass sich die Spitze derselben nach unten biegt und auf die Ventralseite übergeht. Die vordersten, am nicht herauspräparierten Segment nicht sichtbaren Ecken (da sie von dem Tergit des dritten Segmentes verdeckt werden), zeigen an ihrem Gipfel je einen dreieckigen gebogenen, aus etwas kompakterem Chitin bestehenden Fortsatz (Taf. I, Fig. 1, *eds.*), der eigentlich schon nicht mehr dem äusseren, sondern dem Endoskelet angehört, da diese Fortsätze am ganzen Tier nach innen, in die Körperhöhle hineinragen. Ueber die Bedeutung derselben werde ich ein paar Worte bei der Vergleichung der Tergite der verschiedenen Segmente miteinander bemerken müssen.

Der ganze Tergit besteht aus ziemlich kompaktem Chitin und nur der vorderste Teil desselben (Fig. 1, ar^1) zeigt einen feineren und durchsichtigeren Bau. Dieser Teil wird von der übrigen Platte durch eine deutlich erkennbare Linie abgegrenzt und etwas weiter zurück bemerkt man noch eine zweite, der ersten parallel ver-

laufende Linie; beide sind etwas nach hinten hin ausgebogen. Diese beiden Linien teilen die Oberfläche des Tergits in drei Felder ein (Fig. 1, ar^1, ar^2, ar^3), von denen die beiden vorderen zusammengenommen in ihrer Breite dem dritten ungefähr gleichkommen.

Die beiden vorderen Felder zeigen eine ganz glatte Oberfläche und nur der Aussenrand des mittleren ist von einer Reihe von nach hinten und aussen gerichteten Dornen besetzt, die an der Ecke β, die, wie schon erwähnt, den vorderen Winkel des ganzen, nicht herauspräparierten Segments bildet, eine besonders starke Ausbildung erlangen. Aehnliche, nur noch grössere Dornen sitzen längs den hinteren, abgerundeten Ecken (αα), wobei die meisten vom Rande selbst des Tergits entspringen, einige aber auch von der Oberfläche desselben abgehen.

Die eigentlichen Seiten des Tergits (zwischen den Ecken α und β) sind glatt und nackt, doch dafür ist die ganze Oberfläche des hinteren Feldes von einer Menge kleiner Borsten besäht, die nahezu direkt nach oben, senkrecht zur Rückenplatte, hervorragen. Eine besonders starke Entwickelung und regelmässige Anordnung zeigen sie längs dem Hinterrande des Tergits und längs der zweiten der obenerwähnten Linien, die das mittlere Feld vom hinteren trennt.

Wie klein diese Borsten auch auf den ersten Blick erscheinen mögen, so spielen sie doch im Leben der Wasserassel keineswegs eine unbedeutende Rolle. Bei seinem Leben am Grunde von Süsswasserbassins gräbt sich unser Tier beständig in den Schlamm ein und ist dann, wenn es aus demselben herauskriecht, von einer grossen Menge Sandkörnchen, Pflanzenresten und Mikroorganismen, die sich den obenerwähnten Härchen anheften, bedeckt, so dass sich der *Asellus*, obwohl ihm die Fähigkeit willkürlich seine Färbung zu verändern fehlt, doch als der Färbung des Bodens, wo er sein Wesen treibt, äusserst gut angepasst erweist.

Es ist vom Interesse, dass schon *Leydig* [1]) dieser Erscheinung bei dem nächsten Verwandten unseres *Asellus* (bei *A. cavaticus*) seine Aufmerksamkeit lenkte. Er meint: „Die Untersuchung der feineren Strukturverhältnisse wird am lebenden Tiere beeinträchtigt durch einen Schmutzüberzug, der bei allen Exemplaren zugegen war

---

[1]) Leydig. 1878, p. 267.

und aus parasitischen Diatomaceen, Fädchen, kleinen Vorticellen und mancherlei Detritus bestand". Doch geht *Leydig* dabei in keiner Beziehung weder auf die Ursachen, noch auf die Bedeutung dieser Erscheinung ein. Doch weshalb fehlen nun diese Härchen auf den übrigen Teilen des Tergits?

Wenn wir die Bewegungen der Brust aufmerksam am lebenden *Asellus* beobachten, so werden wir leicht erkennen, dass bei allen möglichen Drehungen, Wendungen und Stellungen der behaarte Teil des Tergits stets offen bleibt, während die vor demselben liegenden Teile dabei mehr oder weniger von dem sich von vorne überschiebenden Hinterrande des dritten Segments bedeckt werden können. Bei ganz gerade ausgestrecktem, sogar etwas eingebogenem Rücken erreicht der Rand des dritten Segments gerade die zweite Linie, welche das mittlere vom hinteren Felde trennt. Weiter sich auszubiegen ist die Wasserassel nicht imstande. Bei zusammengekrümmtem Rücken erreicht derselbe Rand des dritten Segments die vordere Querlinie und diese Linie dient im Leben meist als Grenze, die vom Rande des vorderen Tergits nicht überschritten wird. Nur bei langsamer Abtötung von *Asellus* rollt er sich manchmal so zusammen, dass auch ein Teil des vorderen Feldes zutage tritt. Auf diese Weise ist die Erklärung dessen, weshalb das mittlere Feld nicht von Härchen bedeckt ist, eine sehr einfache: dasselbe ist nichts anderes als eine *Gelenkfläche* und die erste und zweite Linie grenzen diese letztere von den übrigen Teilen des Tergits ab. Selbstverständlich sind auf einer Gelenkfläche keinerlei Härchen oder Auswüchse denkbar. Ganz ähnlichen Verhältnissen begegnen wir beim Flusskrebs, doch hier schon nicht mehr zwischen den Brustsegmenten, sondern zwischen den Abdominalspangen (*Huxley*) [1]).

Einen etwas komplizierteren Bau als der eben beschriebene Tergit weist der Sternit auf. Fig. 2 Taf. I bringt denselben so zur Abbildung, wie er uns am unversehrten, aus den anderen herauspräparierten vierten Segment entgegentritt.

Während der Tergit eine ununterbrochene, oben gleichmässig gewölbte Platte darstellt (Taf. I, Fig. 3, *trg.*), zeigt der Sternit an

---

[1]) Huxley. 1880.

den Seiten Öffnungen zur Angliederung der Extremitäten und ist auch sowohl seine Krümmung eine kompliziertere, als auch seine Gestalt eine unregelmässigere.

Der Sternit lässt sich in drei Distrikte einteilen: einen mittleren und zwei äussere (Taf. I, Fig. 2, *p. lat.*). Der mittlere bildet eine ziemlich regelmässige Platte, die jedoch viel schmäler ist als der Tergit (ihre Breite gleicht ungefähr der des hinteren Feldes des letzteren). Diese Platte ist so gebogen, dass die konkave Seite nach oben (innen) gekehrt ist und zusammen mit dem Tergit die Höhle begrenzt (Taf. I, Fig. 3, *cv.*), in welcher die Hauptorgane verborgen sind. Dieser mittlere Teil besitzt einen freien, glatten und geraden vorderen und hinteren Rand und geht an den Seiten in die lateralen Teile über. Auf diese Weise kommt der mittlere Teil nirgends mit dem Tergit in Berührung und die ganze Verbindung des letzteren mit dem Sternit findet durch die lateralen Teile statt. Diese letzteren dagegen besitzen fast gar keinen freien Rand, da sie mit dem Tergit durch ihren vorderen, äusseren und hinteren Rand zusammenhängen, während der innere an die mittlere Platte grenzt. Zum Unterschiede von der letzteren sind sie nur wenig gewölbt, fast eben und heben sich dadurch ziemlich scharf von dem stärker gewölbten mittleren Teil ab (Taf. I, Fig. 2, 3).

Die lateralen Teile sind breiter als die Mittelplatte, weshalb ihre inneren Ränder nur in ihrer vorderen Partie mit der letzteren in Verbindung stehen, während sie hinten frei bleiben und nach oben, hinten und innen (zum Hinterrande des Tergits) gerichtet sind. Auf diese Weise begrenzen sie von den Seiten die Höhle, deren Boden und Dach von der Mittelplatte des Sternits und Tergit gebildet wird (Taf. I, Fig. 2, 3). Kleine zahnförmige Fortsätze derselben ragen auch nach vorne und verwachsen mit dem äusseren Rande des vorderen Feldes des Tergits (Taf. I, Fig. 2, *an.*).

Die eben beschriebenen Seitenteile des Sternits stellen keine ununterbrochenen Platten dar. Ungefähr in der Mitte, etwas näher zum Vorderrande sind sie von grossen, der Anheftung der Gliedmassen dienenden Öffnungen durchbohrt. Dieselben zeigen eine ovale Gestalt, wobei die Längsaxe des Ovals eine nahezu genau quere Stellung zu der Längsaxe des Tieres einnimmt. Die Öffnungen sind von bedeutender Grösse und nehmen beinahe die ganze Breite des Seitenteiles des Sternits ein.

Dies sind in grossen Zügen die allgemeinen Strukturverhältnisse des vierten Brustsegmentes. Vergleichen wir sie nun mit den anderen Brustsegmenten, mit den drei vorderen und drei hinteren.

Bei Betrachtung des ganzen Tieres giebt sich im Bau der Brust folgende Eigentümlichkeit zu erkennen. Die drei vorderen Glieder, angefangen vom Kopf, sind dergestalt sichelförmig ausgeschnitten, dass der Ausschnitt nach vorn, die Wölbung nach hinten gerichtet ist. Am stärksten gebogen ist das vorderste Segment, während die Biegung der anderen allmählich abnimmt, je weiter sie von dem ersten entfernt sind, bis endlich das vierte, wie wir oben gesehen haben, fast ganz gerade gestreckt ist. Gehen wir noch weiter in kaudaler Richtung vor, so lässt sich, angefangen vom fünften, von neuem eine Krümmung der Brustsegmente, doch jetzt in der entgegengesetzten Richtung, d. h. mit der Wölbung nach vorne und dem Ausschnitt nach hinten, erkennen. Je weiter wir uns von dem mittleren vierten Segment entfernen, desto bedeutender wird diese Krümmung, bis sie endlich wieder ihr Maximum in dem letzten, dem siebenten, Segment erreicht (Taf. 1, Fig. 4).

Präparieren wir nun jedes Segment einzeln für sich heraus und vergleichen dasselbe mit dem beschriebenen vierten, so lassen sich in denselben folgende Eigentümlichkeiten erkennen. Die Tergiten dieser Segmente werden natürlich dieselbe ausgebogene Form haben, die wir am ganzen Tier konstatieren konnten. Dabei werden die Tergiten des zweiten, dritten und fünften Segmentes sich ihrem Bau nach nicht wesentlich von dem des vierten unterscheiden und ungefähr dieselbe Breite und dieselben drei Felder erkennen lassen. Das vordere Feld trägt bei ihnen, ebenso wie am vierten Segment, die Endoskeletbildungen, die in allen Segmenten annähernd die gleiche Form bewahren.

Der Tergit des ersten Segmentes ist etwas abweichend gebaut. Er ist bedeutend breiter als die eben erwähnten und sein vorderer Rand ist dem hinteren nicht parallel; während der letztere sehr stark nach hinten ausgebuchtet ist, ist der vordere beinahe geradlinig. Ausserdem besitzt er nur zwei Felder, wobei die dieselben trennende Grenzlinie hier durch einen kleinen Wall und zwar nicht wie an den anderen Tergiten an der oberen, sondern an der unteren Fläche repräsentiert wird. Dabei sind beide Felder oben mit kleinen Härchen besetzt, wie wir sie nur auf dem hinteren Felde

der übrigen Tergiten konstatieren konnten, so dass in dieser Beziehung nicht der geringste Unterschied zwischen den beiden Feldern besteht.

Die Endoskeletanhänge endlich besitzen am ersten Segment eine von denen der übrigen ganz abweichende Gestalt. Und zwar werden sie durch zwei ausserordentlich langen und schmalen dreieckigen Lamellen (wenigstens doppelt so lang wie an den übrigen Segmenten) repräsentiert, die sich dem Tergit mit ihrer Spitze anheften, während die breite Basis nach innen in die Leibeshöhle gerichtet ist. Ausserdem sind sie nicht nach innen und vorn wie in den anderen Segmenten, sondern nach innen und hinten gerichtet, so dass sie in natürlicher Stellung unter dem Tergit beinahe horizontal verlaufen.

All' diese Eigenarten des ersten Tergits finden leicht eine Erklärung in seiner Lage als erstes Glied der Reihe. Während sämtliche übrigen Segmente auf ihrer Dorsalplatte eine Gelenkfläche für das derselben vorne aufliegende Segment erkennen lassen, fehlt dem ersten Segment eine solche, da er von vorne durch nichts überlagert wird, sondern im Gegenteil die Basis des Kopfschildes verdeckt (cf. weiter unten). Im Zusammenhang mit dem letzteren begegnen wir am Tergit des ersten Segmentes einer Gelenkfläche nicht an der Oberseite, sondern an der unteren Seite und der erwähnte, ihn der Quere nach teilende Wall bildet die Grenze des besagten Gelenks. Infolge derselben Eigentümlichkeit bleibt seine Oberfläche stets offen und ist stets von kurzen Härchen bekleidet. Dieselbe Eigenart endlich bedingt auch die eigene Gestalt des Endoskelets. In der Tat, da unter dem Vorderrande des ersten Segmentes der hintere Teil des Kopfschildes zu liegen kommt, so müssen die Endoskeletanhänge, um die Muskelschicht zu erreichen (cf. unten), sich zwischen Kopfschild und Tergit nach hinten bis zum Hinterrande des Kopfes erstrecken. Dadurch wird sowohl ihre Lage, als auch ihre Gestalt bestimmt.

Einem ganz anderen Charakter von Tergiten begegnen wir in den zwei letzten Segmenten. Ausser ihrer charakteristischen gebogenen Gestalt treten sie noch durch das völlige Fehlen von Endoskeletanhängen hervor (Taf. I, Fig. 4). Eine Erklärung dieser Erscheinung lässt sich durch das Studium der Bedeutung des Endoskelets der Brust einerseits und die Beobachtung des Charakters der Bewegungen von *Asellus* andererseits finden.

Wie die anatomische Untersuchung zeigt, heften sich den Endoskeletanhängen recht bedeutende Muskelmassen an, die von ihnen aus nach vorn und innen ziehen um mit ihrem anderen Ende an den Tergit des vorderen Nachbarsegmentes zu inserieren. Es ist augenscheinlich, dass die Kontraktion dieser Muskeln an der einen Seite eine Beugung des Körpers nach der betreffenden Seite veranlassen wird; kontrahieren sich aber die Muskeln beider Seiten gleichzeitig, so findet eine Geradestreckung des gekrümmten Rückens, ja sogar eine gewisse Ausbiegung desselben statt.

Es erweist sich nun, dass beim lebenden *Asellus* eine besondere Beweglichkeit den vorderen Segmenten, also gerade denjenigen, deren Tergiten mit Endoskeletanhängen versehen sind, eigen ist. Die beiden letzten Segmente sind dagegen bedeutend weniger beweglich (z. B. beim Zusammenrollen des Tieres) und kaum gegeneinander zusammen biegbar. Ihre ganze Beweglichkeit zeigt einen mehr passiven Charakter und wird hauptsächlich durch Bewegung der an diesen Segmenten befestigten Gliedmassen bedingt.

Was die Sterniten anbetrifft, so sind die Unterschiede hier nicht so vielseitig. In erster Linie verändert sich die allgemeine Gestaltung des Sternits im Zusammenhang mit der Form des Segments: die hinteren sind nach vorne vorgewölbt, die vorderen nach hinten. Doch wird diese Formveränderung nicht durch eine gleichmässige Biegung aller Teile, sondern durch eine gewisse Verschiebung der „lateralen Abschnitte“ gegen die Mittelplatte erreicht (Taf. I, Fig. 4). Besonders deutlich ist dies aus der Vergleichung der Fig. *4* mit Fig. *2* ersichtlich, die die Sterniten des 7-ten und 4-ten Segmentes des Männchens wiedergeben. Während die Mittelplatte auf beiden Abbildungen ungefähr die gleiche Querstellung (in Bezug auf das ganze Tier) bewahrt, haben die Lateralteile eine ganz verschiedene Lage.

Führen wir eine Querlinie durch das Zentrum der Mittelplatte (Taf. 1, Fig. 4, *AB*) und bezeichnen dieselbe als „Querachse“ des Sternits, so erkennen wir auf Fig. 2, dass die Lateralteile eine in bezug auf diese Achse annähernd symmetrische Lage besitzen, während auf Fig. 4 die „Seiten“ in ihrem ganzen Umfange hinter derselben liegen und wir genötigt sein werden für dieselben besondere „laterale Achsen“ (Taf. I, Fig. 4, *ab*), die die Querachse in einem bedeutenden Winkel treffen, zu führen. Je weiter wir vom hinteren

Segment aus uns dem Kopfe nähern, desto geringer wird der Winkel zwischen der Querachse und den lateralen Achsen werden, bis er endlich, wie wir dies am vierten Segment sehen, fast verschwindet, um weiter nach vorn von neuem aufzutreten, doch jetzt schon nicht mehr hinter, sondern vor der Querachse, und sein neues Maximum im ersten Segment zu erreichen; mit einem Wort, die Hauptfläche der „Seiten“ macht in der Richtung vom letzten bis zum ersten Segment eine allmähliche Verlagerung von hinten nach vorn durch.

Ein anderer interessanter Zug der Sterniten ist die Stellung der Gliedmassenöffnungen an denselben. Wie wir an dem vierten Segment erkennen konnten (Taf. I, Fig. 2), haben diese Öffnungen eine gestreckt ovale Gestalt, wobei ihre Längsachse ungefähr mit der Richtung der „lateralen Achse“ übereinstimmt. Eine ebensolche Stellung treffen wir auch in den übrigen Segmenten an, d. h. die Basis der Extremität steht stets in einer ganz bestimmten Lagebeziehung zu den lateralen Achsen.

Doch macht sich dabei noch folgender Umstand bemerkbar: die betreffenden Öffnungen, die im vierten Segment ungefähr genau im Mittelpunkt der Lateralteile des Sternits zu liegen kommen (Taf. I, Fig. 2), bewahren in den übrigen Segmenten diese Stellung nicht, sondern wandern in den vor dem vierten Segment gelegenen immer mehr nach vorn und in den hinteren immer mehr nach rückwärts (Taf. I, Fig. 4). Dabei kann sich, wie die letztere Abbildung zeigt, selbst die Ebene, in der diese Öffnungen liegen, verändern und statt einer horizontalen zu einer mehr oder weniger schräggestellten werden.

Alle eben erwähnten Eigenarten im Bau der Sternite stehen in engster Beziehung zu der Organisation und den Funktionen der ihnen anhängenden Extremitäten. Doch scheint mir das bequemer zu erörtern, wenn wir die letzteren näher kennen gelernt haben werden. Jetzt will ich nur noch auf die durch den Geschlechtsdimorphismus veranlassten Eigentümlichkeiten im Bau der Brustsegmente hinweisen.

Im allgemeinen sind die Brustsegmente des Männchens, zum Unterschiede von dem, was bei der ungeheuren Mehrzahl der anderen Kruster der Fall ist, stets merklich breiter als die entsprechenden Teile des Weibchens, wobei die Länge jedoch ziemlich die gleiche ist. Ausserdem trägt der Hinterrand der Mittelplatte des siebenten

Segmentes beim Männchen zwei hohle Auswüchse (Taf. I, Fig. 4, *gn*), die an ihrer äussersten Spitze eine Öffnung aufweisen, durch welche ihr Innenraum mit dem äusseren Medium und, da die Mittelplatte an ihrer Basis durchbohrt ist, folglich auch mit der Leibeshöhle in offener Verbindung steht [1]). Diese Anhänge spielen zweifellos eine wichtige Rolle beim Kopulationsakt, da in dieselben die Ausführgänge der Hoden ausmünden, und gewöhnlich werden sie sogar als *Penis* angesprochen, wenngleich diese Bezeichnung, wie wir weiter unten sehen werden, wahrscheinlich wohl keine ganz exakte ist.

Die zuerst von *Sars* [2]) beschriebenen weiblichen Genitalöffnungen liegen, wie dies bei den Krustaceen die Regel ist, an der Bauchseite des fünften Segmentes ungefähr an der Grenze zwischen der Mittelplatte des Sternits und dessen Lateralteilen. Diese Öffnungen haben eine geringe Grösse, sind spaltförmig und ziehen sich fast genau von vorn nach hinten.

Nach den interessanten Entdeckungen *Schöbl*'s [3]), der für die Isopoden äusserst eigenartige periodische Schwankungen in der Ausbildung der äusseren Geschlechtsorgane bei dem Weibchen nachwies, wonach bei der Begattung bei ihnen paarige, am fünften Segment gelegene Oeffnungen funktionieren, die bei der nächsten Häutung verschwinden, während zum Zweck der Eiablage eine neue unpaare Spalte zwischen dem 5-ten und 6-ten Segment auftritt, hat *Rosenstadt* [4]) ähnliche Erscheinungen auch bei *Asellus* konstatiert. Doch haben sich diese Daten durch die folgenden Untersuchungen nicht bestätigen lassen und die paarigen Genitalöffnungen existieren, wie *Leichmann* [5]) gezeigt hat, bei der Wasserassel beständig und dienen nicht nur der Begattungszwecken, sondern auch der Eiablage.

Meine Beobachtungen bestätigen die letzteren Befunde in jeglicher Beziehung und gleichzeitig hat sich noch folgende bemerkenswerte Erscheinung feststellen lassen. Wie oben schon erwähnt wurde, werden die Genitalöffnungen des Weibchens meist durch zwei un-

---

1) Sars. 1867. Taf. X, Fig. 7.
2) *Sars*. 1867, p. 113.
3) *Schöbl*. 1880, p. 138.
4) *Rosenstadt*. 1888, p. 462.
5) *Leichmann*. 1890, p. 716.

bedeutende Spalten repräsentiert. Dieselben sind so klein, dass es schwer fällt sich vorzustellen, auf welche Weise der Durchtritt durch dieselben der verhältnissmässig grossen Eier der Wasserassel stattfindet. Es war daher durchaus berechtigt nach einem anderen Ausgange für dieselben bei der letzteren zu suchen, wie wir ja tatsächlich eine solche bei den terrestrischen Isopoden beobachten können. In der Tat findet die Sache jedoch ganz anders statt. Bei der letzten Häutung vor der Eiablage erweisen sich die Genitalöffnungen am neuen Chitinskelet mehr als ums doppelte vergrössert und die Eier können nun ungehindert durchtreten. Bei der nächsten Häutung sinkt ihre Grösse aber wieder auf ihr ursprüngliches Mass herab.

Dies ist die Organisation der einzelnen Brustringe. Am unversehrten Tier sind sie miteinander durch eine äusserst feine und durchsichtige Chitinmembran, welche die Rolle von Fascien übernimmt und leicht in Falten gelegt werden kann, verbunden. Da die Sterniten bedeutend schmäler sind als die Tergiten, so müssen bei ausgestreckter Stellung des Tieres die ersteren weit voneinander abstehen und zwischen ihnen werden sich breite Membranen ausspannen. Dank demselben Bau der Segmente hat der *Asellus* die Fähigkeit sich ziemlich stark zusammenzurollen, wobei die Beugung des einen Segmentes in Bezug auf das andere soweit vor sich geht, bis sich ihre Sterniten berühren. Natürlich wird diese Fähigkeit besonders dadurch begünstigt, dass die Mittelplatten sämtlicher Sterniten die gleiche Form und eine zum ganzen Tier streng quere Lage besitzen. Darin liegt folglich zum Teil die Ursache, weshalb an der oben besprochenen Krümmung der Form der Sterniten ausschliesslich die Seitenteile derselben Anteil nehmen, während die Mittelplatten in sämtlichen Segmenten ihre Lage unverändert beibehalten.

Die Brustgliedmassen. Das erste, was beim Studium der Thorakalextremitäten unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, ist der Umstand, dass dieselben in zwei ungleiche Gruppen zerfallen. Das vordere Fusspaar ist sowohl seinem Bau, als auch seinen Funktionen nach ziemlich scharf von den übrigen Paaren unterschieden. Da es keinem Zweifel unterliegt, dass in diesen Eigentümlichkeiten das Resultat einer Anpassung vorliegt und sich diese Füsse aus

den typischen Extremitäten der übrigen Brustsegmente ausgebildet haben, so wollen wir erst den Bau dieser letzteren eingehender untersuchen und erst dann die dem vorderen Paar eigenen Abweichungen betrachten.

Da der Bau der übrigen Brustfüsse sich in allen wesentlichen Punkten ähnelt, so genügt zur Kenntnis derselben die ausführliche Beschreibung eines einzigen Paares und die Vergleichung der übrigen mit demselben.

Der linke Fuss des zweiten Segmentes hat von hinten betrachtet das auf Taf. I, Fig. 5 wiedergegebene Aussehen. Er zerfällt ganz deutlich in sieben Glieder, die wir, von der Basis beginnend, durch dieselben Namen, die *Milne-Edwards* [1]) ihnen bei den Decapoden beilegte, bezeichnen wollen: *Coxopodit*, *Basipodit*, *Ischiopodit*, *Meropodit*, *Carpopodit*, *Propodit* und *Dactylopodit*.

Ebenso wie der ganze Fuss, so ist auch ein jedes Glied desselben in der Richtung von vorn nach hinten stark abgeplattet und zeigt im Querschnitt eine gestreckt ovale Gestalt. Wenn wir uns an die oben angeführte Orientierung halten, so müssen wir einen Innen- (Taf. I, Fig. 5. *int.*) und einen Aussenrand (*ext.*) und eine Vorder- und Hinterseite und in jedem Glied ausserdem noch ein Proximalende oder Basis und ein distales Ende oder Spitze unterscheiden. Sowohl der Aussen-, als auch der Innenrand des Fusses trägt eine Menge von verschieden gestalteten Stacheln und Härchen, während die Vorder- und Hinterseiten völlig nakt und glatt sind. Im Laufe der weiteren Beschreibung der Füsse und anderer Körperteile von *Asellus* werde ich beständig auf das Vorhandensein von Stacheln und Härchen hinzuweisen haben. Infolgedessen scheint es mir geboten zuerst aufzuklären, welche Begriffe wir eigentlich mit diesen zwei Bezeichnungen verbinden.

Selbstverständlich sind diese beiden einander wesentlich ähnlichen Bildungen nicht immer exakt auseinander zu halten und es kommen bisweilen zweifellose Übergänge der einen in die anderen vor. Doch im allgemeinen sind die Stacheln stets an ihrer Basis breiter als die Härchen und bestehen aus dickerem, stärkerem Chitin, so dass ihnen jegliche Biegungsfähigkeit abgeht. Die Härchen sind dagegen viel dünner und zärter und biegen sich deshalb äusserst

[1]) *Milne-Edwards*. 1851, p. 289.

leicht bei der geringsten Berührung eines beliebigen Gegenstandes. Wie wir weiter unten sehen werden, dienen beide Gebilde aller Wahrscheinlichkeit nach ganz verschiedenen Zwecken.

Der Coxopodit (Taf. I, Fig. 5. *cxp.*) stellt ein äusserst kurzes Glied von unregelmässig kegelförmiger Gestalt dar. Mit seiner breiten ovalen Basis gliedert sich dasselbe den Seitenteilen des Sternits an (über die Gelenkung der Extremitäten wird noch weiter unten genauer die Rede sein), während das abgeschrägte distale Ende einen komplizierten Apparat zur Angliederung des folgenden Gliedes, des Basipodits, bildet. Seine ganze Oberfläche ist glatt und nur an der Aussenseite zeigt er einen rundlichen, mit mehreren kleinen Stacheln versehenen Auswuchs (*pr.*).

Der *Basipodit* (Taf. I, Fig. 5. *bs.*) ist das grösste Glied des Fusses. An der Stelle seiner Angliederung an den Coxopodit ist er ziemlich schmal und bildet gewissermassen einen kleinen Hals, doch nimmt er schnell bis zur Mitte an Breite zu, von wo ab er wieder etwas schmäler wird. Sein Aussenrand ist ziemlich gleichmässig gebogen, während der innere Rand eine S-förmige Gestalt zeigt, wobei der obere Teil kürzer und schärfer gebogen ist als der lange, flachere, in umgekehrter Richtung gebogene Teil. Am distalen Ende befindet sich an der Aussenseite ein ziemlich tiefer V-förmiger Ausschnitt, von dessen Rändern eine feine Chitinmembran zum nächsten Glied hin abgeht, und unweit von der Spitze der Gliedes erkennt man zwei kegelförmige Erhöhungen (*cn'*), von denen der eine an der Vorderseite, der andere an der Hinterseite Stellung fasst. Längs dem Aussenrande sitzt eine Reihe von kleinen Härchen, von denen manche noch einen Büschel feinster Wimpern (*t*) an der Spitze tragen. Ein paar kleiner Haare findet sich auch am Innenrande des Gliedes und am distalen Ende desselben macht sich noch ein ziemlich langer Dorn bemerkbar.

Der *Ischiopodit* (Taf. I, Fig. 5, *ip.*) zeigt die Gestalt eines unregelmässigen Dreieckes, dessen längste, etwas gebogene Seite den Innenrand des Gliedes bildet, während die beiden anderen, kürzeren, die einander in einem stumpfen Winkel treffen, den Aussenrand darstellen. Ebense wie am Basipodit ist auch hier am distalen Ende ein V-förmiger Ausschnitt vorhanden, dessen Rändern sich die

Chitinmembran anheftet; ebenso wie dort erkennt man auch hier unweit der Spitze ein Paar Höcker (*cn*[2]).

Einen gleichgestalteten Ausschnitt besitzt dieses Glied auch an seinem Proximalende und die Ränder dieses Ausschnittes zeigen in der Hälfte ihrer Länge zwei flache Einkerbungen (*inc*[1]), eine an der vorderen, die andere an der hinteren Seite.

Der Aussenrand des Ischiopodits ist mit einer Reihe von mehr oder weniger langen Härchen besetzt und trägt an der Spitze seines stumpfen Winkels einen langen, gebogenen Stachel, ebenso wie mehrere kleinere längs den Rändern des distalen Ausschnittes. Der proximale Teil des Aussenrandes dagegen ist glatt, trägt weder Härchen, noch Stacheln und dem etwas schnabelförmig ausgezogenen basalen Gliedende haftet sich eine lange und breite Sehne an (*tnd. ip.*).

Der *Meropodit* (Taf. I, Fig. 5. *mp.*) tritt unter allen Gliedern der Extremität durch seine scharf ausgeprägt dreieckige Gestalt hervor. Ebenso wie im vorhergehenden Gliede bildet auch hier die eine Seite des Dreiecks den Innenrand, die beiden anderen den äusseren Rand. Doch zum Unterschiede vom Ischiopodit ragt der Meropodit in einem ausserordentlich spitzen, nach unten gerichteten (bei vertikaler Lage des Gliedes) Winkel hervor. An seinem Aussenrande zeigt er zwei V-formige, mit Chitinmembranen versehene Ausschnitte auf, von denen die proximale die distale an Grösse übertrifft. Letztere weist an ihren Rändern nicht die beiden Höcker auf, denen wir in den beiden vorhergehenden Gliedern begegneten, doch findet sich dafür etwas auswärts von derselben eine flache Einsenkung (f), die der Längsaxe des Tieres parallel läuft.

Längs dem Innenrande sitzt eine Reihe von ziemlich langen Härchen, die scharfe Spitze des Aussenrandes dagegen ist mit drei krummen und starken Stacheln von verschiedener Grösse bewaffnet. Ein Paar kleinerer Stacheln findet sich auch unweit dieser Spitze, doch näher zum Proximalende des Gliedes, welches, ebenso wie beim Ischiopodit, ein Paar kleiner Einkerbungen (*inc*[2]) aufweist und dessen Spitze, sich allmählich verjüngend, in eine feste Sehne (*tnd. mp.*) ausläuft.

Der *Carpopodit* zeigt einen ganz anderen Charakter (Taf. I, Fig. 5, *crp.*). Er ist lang gestreckt, so dass seine Länge die Breite ungefähr um das doppelte übertrifft, und sein Innenrand ist dem

äusseren nahezu parallel. Während der proximale Teil desselben, ebenso wie bei den anderen Gliedern, einen unbedeutenden V-förmigen Ausschnitt am Aussenrande aufweist, macht sich am Distalende ein ebensolcher Ausschnitt, doch schon am Innenrande bemerkbar. Am Rande derselben lassen sich zwei kegelförmige kleine Höcker (*cn*³) erkennen und auswärts von dem proximalen Ausschnitt befindet sich ein Wall, der seiner Stellung nach der erwähnte Einsenkung des Meropodits entspricht.

Der ganze Innenrand ist von Stacheln, die zum Distalende hin stetig an Grösse zunehmen, besetzt, während sich am Aussenrand einige (drei) schwächere Stacheln zu erkennen geben; nur die Spitze trägt einen starken, gekrümmten Stachel, neben welchem ein einfaches und ein mit einem Wimpernbüschel versehenes Härchen (t) sitzt.

Der *Propodit* (Taf. I, Fig. 5, *pp.*) ist noch stärker in die Länge ausgezogen als das vorhergehende Glied so dass seine Länge die Breite ungefähr um das vierfache übertrifft. Er zeigt eine nahezu regelmässig zylindrische Gestalt, da die für die anderen Glieder bezeichnende Abflachung bei ihm nur äusserst schwach ausgeprägt ist. An seiner Basis befindet sich an der Innenseite ein unbedeutender V-förmiger Ausschnitt und zwei flache Einkerbungen (*inc*³). Das Distalende ist nahezu gerade abgeschnitten und bildet nur zwei kaum merkliche Höcker.

Am Innenrande befinden sich sechs Stacheln, die zur Spitze des Gliedes stetig an Grösse zunehmen. Stellenweise treten zwischen ihnen kleine Härchen auf. Der Aussenrand trägt zwei ziemlich starke, sehr schräge, dem Glied fast parallel gerichtete Stacheln und ausser diesen noch Härchen, von denen die meisten an ihrer Spitze mit Wimperbüscheln versehen sind (t). Drei sehr kleine solche Härchen sitzen an der Basalhälfte des Gliedes, während zwei andere, bedeutend stärkere und höher ausgebildete, das eine an der Spitze des Gliedes, das andere an der Basis des derselben am nächsten liegenden Stachels sich befinden. Doch das bemerkenswerteste Gebilde am Propodit ist ein kurzer, regelmässig kegelförmiger an der Hinterseite am Distalende näher zum Innenrande sitzender Stachel (*sp.*). Die Basis dieses Stachels ist rund und gleicht ungefähr der Hälfte der Breite des Gliedes selbst, seine Höhe ist dem Durchmesser seiner Basis gleich.

Der *Dactylopodit* (Taf. I. Fig. 5, *dp.*) ist das letzte und kleinste Glied des Fusses. Er ist etwas gebogen und an seiner Basis etwas breiter als an der Spitze, die eine grosse, starke, gewissermassen die Fortsetzung des Gliedes bildende Kralle (*g*) trägt. Der Innenrand ist von vier starken Stacheln, der äussere, unweit vom Distalende, von einem Büschel kleiner einfacher Härchen besetzt.

Den proximalen Enden sowohl dieses *(tn. f. dp.*, *tn. e. dp.)*, als auch des vorhergehenden Gliedes *(tn. f. pp.)* heftet sich je ein Paar ziemlich langer Sehnen an, eine an den Innen-, die andere an den Aussenrand.

Die obige Beschreibung bezieht sich also auf den Bau des zweiten Brustgliedmassenpaares oder der ersten „Schreitbeine", da, wie oben bereits hingewiesen wurde, das vordere Paar in seinem Bau etwas abweicht, hauptsächlich Greiffunktionen dient und deshalb auch als „Greiffüsse" bezeichnet wird. Was die anderen Schreitbeine anbetrifft, so ähneln sie dem eben beschriebenen ausserordentlich. Es genügt daher nur Folgendes zu bemerken.

Je weiter kaudalwärts, desto grössere Dimensionen nehmen die Gliedmassen an und nehmen sowohl an Dicke, als auch besonders an Länge zu, bis endlich die hinteren eine im Vergleich zu den eben beschriebenen crc. anderthalbfache Länge erreichen. Dieser Längenzuwachs findet auf Kosten sämtlicher Glieder, besonders aber des Mero- und Propodits statt. Der erstere büsst nach und nach seine ausgesprochen dreikantige Gestalt und wird bis zu einem gewissen Grade dem Carpopodit ähnlich, während der Propodit im siebenten Fusspaar annähernd die doppelte Grösse desselben Gliedes im zweiten Paar erreicht. Ebenso merklich nimmt auch der laterale Auswuchs des Coxopodits an Grösse zu, wobei er gleichzeitig auch eine schärfer zugespitzte Gestalt annimmt (Taf. I, Fig. 4, *pr.*).

Die letzte Veränderung endlich, deren zu erwähnen es sich verlohnt, ist die ziemlich augenfällige Grössenzunahme, angefangen vom Fusspaar des vierten Segmentes, der beiden an der Spitze des Carpopodits befindlichen Stacheln, wobei dieselben denen des Meropodits ähnlich werden; auch der an der Spitze dieses Gliedes am Innenrande gelegene Stachel nimmt an Grösse zu. Die übrigen Stacheln und Härchen an allen anderen Schreitfüssen sind nur unbedeutenden Veränderungen unterworfen.

Was das erste Extremitätenpaar anbetrifft (Taf. I, Fig. 6), so bestehen die Eigenarten ihres Baues im Folgenden. Drei Glieder: der Basi- (*bp.*), Ischio- (*ip.*) und Meropodit (*mp.*) zeigen ungefähr denselben Bau wie bei den übrigen, höchstens dass der letztere noch stärker verkürzt ist und infolgedessen eine noch ausgesprochener dreieckige Form besitzt. Was nun die übrigen Glieder anbetrifft, so machen dieselben höchst eigenartige Umwandlungen durch.

Wie dies *Boas* [1]) schon zeigte, ist der Coxopodit, in Abweichung von sämtlichen anderen Gliedmassen, wo er stets völlig deutlich selbständig und der Sternalfläche durch eine echte Gelenkfläche (cf. unten) angegliedert ist, hier völlig mit seinem Brustsegment verwachsen, so dass der Fuss auf den ersten Blick nur 6-gliedrig zu sein scheint, wobei der lange Basipodit das erste Glied darstellt.

Der in den Schreitfüssen eine hohe Ausbildung erlangende und dort meist langgestreckte Carpopodit (*crp.*) ist hier stark reduziert und wird durch ein kleines dreieckiges Glied repraesentiert. Ihm schliesst sich fest, ohne jede Spur einer Gelenkbildung, der ausserordentlich breite Propodit (*pp.*) an. Dieser letztere ist das direkte Gegenteil von dem, was wir in den Schreitfüssen sahen. Dort war derselbe lang und dünn, abgesehen von dem Dactylopodit dünner als alle anderen Glieder. Hier ist er im Gegenteil ausserordentlich verbreitert und, wenigstens beim Männchen, breiter als alle übrigen Glieder. Beim Weibchen ist er zwar etwas schmäler, doch immerhin sehr breit.

Der *Dactylopodit* (*dp.*) endlich ist gleichfalls verhältnissmässig sehr gross und nähert sich seiner Länge nach dem Propodit, obwohl er seine ziemlich schmale, etwas sichelförmige Konfiguration bewahrt. Dafür ist jedoch seine Bewaffnung eine bedeutend stärkere und besteht aus elf starken Stacheln, die eine Art Kamm bilden; er schliesst mit einer starken Kralle (*g*) ab und dem Innenwinkel seines proximalen Endes haftet sich eine ausserordentlich breite und feste Sehne an (*tn. f. dp.*).

Ebenso eigenartig ist auch die Bewaffnung des Propoditen (*pp.*). Seinem Aussenrande fehlen jegliche bewimperte Härchen, wie sie

[1]) *Boas.* 1883, p. 510.

die Schreitbeine aufweisen, während am Innenrande an der Basis des Gliedes vier nicht sehr lange, doch starke Stacheln hervorragen. Dieselben nehmen mit der Entfernung vom Proximalende des Propodits stetig an Grösse zu und jeder von ihnen weist an seiner Basis eine unbedeutende Einschnürung auf, die ihnen eine gewisse Bewegungsfähigkeit sichert. Der übrige Teil des Innenrandes des Gliedes trägt bis zur äussersten Spitze gewissermassen einen undichten Kamm von kurzen Härchen, zwischen denen nur hie und da ein längeres hervortritt. Besonders bemerkenswert ist jedoch das völlige Fehlen des grossen lateralen Stachels, den wir am zweiten Fusspaar antrafen und der an allen Schreitfüssen ganz gleich entwickelt ist.

Was den Carpopodit anbetrifft, so ist sein Aussenrand dadurch, dass dieses Glied völlig zwischen den beiden benachbarten eingeengt ist, fast völlig auf einen Punkt reduziert, doch trägt derselbe trotzdem einen kleinen Stachel. Sein Innenrand ist von ziemlich zahlreichen Härchen besetzt.

Auf den anderen Gliedern der vorderen Extremitäten zeigen die Härchen und Stacheln annähernd dieselbe Anordnung wie an den übrigen Gliedmassen, wobei der Basipodit an seinem Aussenrande sogar ein Härchen mit Wimpernbüschel [*Sars* [1]) zeichnet ihrer zwei] trägt, das einzige, welches übrigens am „Greiffuss“ vorhanden ist.

Wie lassen sich nun all' diese Eigentümlichkeiten des ersten Beinpaares im Vergleich zu den übrigen erklären? Zweifellos durch seine „Greif“-funktionen, zum Unterschiede von den „Schreit“-funktionen dieser letzteren. Das Ergreifen findet auf die Weise statt, dass der Dactylopodit des vorderen Fusspaares sich mit seinem Innenrande dem Propodit anschmiegt, ähnlich wie beim Zusammenklappen eines Federmessers. Dabei verstärken noch die langen und starken Stacheln des Dactylopoditen, ebenso wie die beweglichen des Propoditen durch gegenseitiges Ineinandergreifen die aufhaltende Wirkung dieses Greifens. Demselben Zweske, d. h. zur Erhöhung der Kraft, mit welcher der Dactylopodit an den Propodit gepresst wird, dient auch die ausserordentlich hohe Ausbildung der diese Bewegung ausführenden Muskulatur, was einerseits zur

[1]) *Sars*. 1867. Taf. IX, Fig. 7, 8.

Ausbildung einer ausserordentlich starken und breiten Sehne, die sich dem *inneren* proximalen Winkel des Dactylopoditen anheftet, andererseits zu einer ausserordentlich starken Verbreiterung des Propoditen, die durch die Notwendigkeit die ganz ungeheure, die Bewegung des Endgliedes bedingende Muskelmasse darin unterzubringen, veranlasst wurde, führte.

Da eine allzugrosse Anzahl von Gelenken an den übrigen Gliedern nur einen herabsetzenden Einfluss auf die Stabilität der Extremität beim Greifen ausüben konnte, so stellte sich eine unbewegliche Vereinigung des Pro- mit dem Carpopoditen her, während die Beweglichkeit der letzteren in Bezug auf den Meropodit auf ein Minimum herabgesetzt wurde. Dieselbe Ursache wird wohl auch der Verwachsung des Coxopodits mit dem Sternit des ersten Brustsegmentes zu Grunde liegen.

Was nun das völlige Verschwinden des grossen lateralen Stachels am Ende des Propodits anbetrifft, so wird sein Fehlen klar, wenn wir uns über seine Bedeutung an den anderen Füssen beim Gehen klar werden. Wie bereits erwähnt, befindet sich dieser Stachel neben dem Dactylopodit und ist an allen Schreitfüssen gleichmässig ausgebildet. Infolgedessen bildet er mit dem letzten Glied eine Art Gabelung, auf die sich *Asellus* stets stützt, besonders beim Klettern an den verschiedenen Wasserpflanzen. Doch sind die Vorderbeine, zum Greifen geschaffen, zum Gehen völlig untauglich und beim Vorwärtsbewegen stützt sich das Tier gar nicht auf dieselben. Infolgedessen begegnen wir auch den erwähnten Bildungen an denselben nicht.

Ausser den eben beschriebenen *beständigen* Unterschieden, die sich an den Brustfüssen von *Asellus* erkennen lassen, existieren noch gewisse *temporäre*, die mit der Geschlechtstätigkeit im Zusammenhang stehen. Bei den Weibchen nämlich kommen zur Fortpflanzungszeit an der Innenseite der Coxopoditen (wie zuerst *Boas* [1]) konstatierte) der ersten vier Brustfusspaare Chitinplatten zur Anlage, die die sog. „Brutkammer“ (Taf. I, Fig. 3, *lam.*) bilden. Nach den Beobachtungen *Leichmann's* [2]), die leicht von jedem kontrolliert werden können, entwickeln sich die genannten Plättchen ganz allmäh-

---

[1]) Boas. 1883, p. 509.

[2]) Leichmann. 1890, p. 715.

lich während mehrerer Häutungen, wobei sie anfänglich in Gestalt unbedeutender hohler Auswüchse der Coxopoditwandungen auftreten. Bald lassen sich in diesen Ausstülpungen neue Plättchen in Gestalt stark zusammengeknitterter Gebilde erkennen, die sich nach der folgenden Häutung strecken und glätten und dann ebensolche neue Ausstülpungen bilden wie die ersten, doch von viel bedeutenderen Dimensionen und mit viel grösserer Höhlung im Inneren. Innerhalb dieser Hohlräume kommt es ebenso zur Anlage neuer Plättchen, die nach erfolgter Häutung schon der endgültigen Brutkammer den Ursprung geben.

In völlig ausgebildetem Zustande besteht ein jedes Plättchen aus einer äusserst feinen Hautduplikatur, die die Gestalt eines breiten Blattes, das ohne jegliche Gelenkung durch einen schmalen, doch solideren Stiel an der Innenseite des Coxopodits festsitzt und mit seiner abgerundeten Spitze beinahe die Basis des gegenüberliegenden Beines erreicht. In der Mitte sind die Plättchen gewissermassen geknickt, so dass ihre Hälften in einem gewissen Winkel zu einander stehen un dam lebenden Tier so aufeinander liegen, dass sie die Brutkammer von unten fest abschliessen. Sie haben nicht die gleichen Dimensionen, sondern nehmen von vorn nach hinten an Grösse zu, so dass die Plättchen des ersten Brustsegmentes die kleinsten sind, die des vierten die grössten. Nach Abschluss der Fortpflanzungsperiode werden diese Plättchen bei der neuen Häutung abgeworfen.

Als von den die Eigenarten des Baues der vorderen Füsse bestimmenden Ursachen die Rede war, wies ich bereits auf die Bedeutung des grossen Stachels am Ende des Propoditen hin. Im allgemeinen ist die Bedeutung der anderen an den Rändern der Füsse verstreuten Stacheln der oben angeführten analog. Alle sind sie beim Klettern an den Pflanzen behülflich und dienen als Stützen für den Körper, wenn sie auf irgend einen Gegenstand stossen. Darauf weist auch ihre Lage an den hervorragendsten Teilen der Glieder, hauptsächlich am Aussenrande derselben hin, ebenso wie ihre mehr oder weniger mit der Achse des Gliedes selbst übereinstimmende Richtung. Möglicherweise spielen sie zum Teil auch die Rolle von Tastorganen, doch kommt diese Funktion hauptsächlich den Härchen zu.

Die letzteren konzentrieren sich hauptsächlich an der Innenseite der Beine (besonders des Ischio-, Mero- und Propoditen) und stehen in perpendikulärer Richtung von der Oberfläche des Gliedes ab. Eine solche Stellung derselben ist besonders günstig zum Betasten derjenigen Gegenstände, auf denen die Wasserassel umherklettert, da sie dabei häufig die Stengel gewissermassen mit den Füssen umklammert, so dass dieselben zwischen dem Mero- und Carpopodit einer- und dem Propodit und Dactylopodit andererseits zu liegen kommen. Auf eine solche Funktion der Härchen weisen auch die Untersuchungen *O. von Rath's* [1]) hin, welche erkennen lassen, dass bei *Asellus* die Härchen stets zu Nervenfasern in Bezug stehen.

Eine besondere Schwierigkeit bietet jedoch das Verständniss der Funktionen der wimpertragenden Härchen (Taf. I, Fig. 5 u. 6, *t*). Zuerst von *Leydig* [2]) für *Asellus* beschrieben, erhielten sie eine grosse Bedeutung in den Arbeiten der späteren Autoren [*Hensen* [3]), *Sars* [4]] als Gehörorgane und sogar die Bezeichnung „Hörhaare" *(soies auditives)*. Doch kann eine solche Auffassung der Bedeutung dieser Haare keineswegs als bewiesen betrachtet werden und stösst dieselbe auf mancherlei Einwände. Ich halte es daher für geboten etwas näher auf diese Frage einzugehen.

Die Theorie des Gehörs bei den Krustern, so wie sie heute von den meisten Gelehrten anerkannt wird, wurde von *Hensen* [5]) geschaffen. In seiner schönen Arbeit unterwirft dieser Autor den Bau sowohl der „Otholitenbläschen", als auch sämtlicher anderer Gebilde, die seiner Meinung nach die Rolle von schallempfindenden Apparaten spielen können, einer sehr eingehenden Betrachtung. Dabei kam er zum Schluss, dass die Krebstiere nicht nur Tonwellen empfinden, sondern dieselben auch zu unterscheiden vermögen und dass die Hauptapparate, die diesem Zwecke dienen, die sog. bewimperten Haare seien. Daraus zog er die Schlussfolgerung, dass diese Härchen unabhängig von ihrer Lage am Körper schallempfindend sind und sich deshalb drei Gruppen von Hörhaaren unter-

---

[1]) *O. von Rath.* 1896, p. 517.
[2]) *Leydig.* 1855.
[3]) *Hensen.* 1863, p. 392.
[4]) *Sars.* 1867, p. 112.
[5]) *Hensen*, ibid.

scheiden lassen [1]): 1) die Otholitenhaare, 2) die freien Haare in den Gehörbläschen und 3) die Hörhaare der freien Körperoberfläche. Und umso mehr war *Hensen* von der Richtigkeit seiner Auffassungen überzeugt, als er gerade in Bezug auf die letztere Kathegorie von Haaren ganz unbestreitbare Argumente angeführt zu haben glaubte, dass dieselben schallempfindend seien. „Die Deutung derselben (der Hörhaare) als schallempfindender Apparat scheint mir, wie ich anzipire, recht sicher, da gerade an den Hörhaaren der Körperoberfläche, deren Fähigkeiten man am meisten misstrauen wird, sich nachweisen lässt, dass, wenn nur der Nerv, welchen man in sie eintreten sieht, sensibel ist, tiefe Töne (Bassgeige und Horn) durch sie zur Perzeption gebracht werden müssen".

Wie oben schon darauf hingewiesen wurde, werden die Wimperhaare, speziell die des *Asellus*, von den Autoren als zweifellos schallempfindend anerkannt. Welche sind nun die Argumente, die *Hensen* zu Gunsten seiner Ansichten ins Feld führt? Diese Beweise lassen sich in drei Kategorien einteilen.

In erster Linie unterzog er den anatomischen Bau sämtlicher zu dem Gehörapparat gehörender Bildungen, besonders aber die Organisation der Hörhaare einer eingehenden Untersuchung. Es gelang ihm nachzuweisen, dass diese Haare so konstruirt sind, dass sie, dank ihrer ausserordentlich beweglichen Verbindung mit der Chitinhülle, bei der leisesten Erschütterung des umgebenden Mediums in Vibration geraten müssen.

Zweitens konstatierte er den völlig gleichen Bau dieser Haare, sowohl an der Körperoberfläche, als auch in den „Gehör- (Otholiten-) bläschen" und zog, nachdem er eine bedeutende Analogie zwischen diesen letzteren und gewissen Teilen des Gehörapparates nachgewiesen hatte, den Schluss, dass in Anbetracht ihres ähnlichen Baues, diese Organe auch die gleichen Funktionen erfüllen müssten, d. h. dass die Otholiten den Schall empfinden und zwar dank ihren Hörhaaren.

Drittens endlich suchte *Hensen* seine Thesen auf experimentellem Wege zu beweisen, zu welchem Zwecke er eine Reihe interessanter Versuche anstellte, die, seiner Ansicht nach, die von ihm gewonnenen Resultate unumstösslich bestätigten. Am Schluss seiner Ar-

[1]) Hensen. 1863. p. 344.

beit führt der Autor sogar eine Tabelle [1]) an, in der er die Anzahl der Hörhaare (der freien und in den Otholitenblasen eingeschlossenen) bei den verschiedenen Krustaceenarten vergleicht, wobei er annimmt, dass die Anzahl dieser Haare auch der Zahl der zur Perzeption gelangenden Töne entspricht.

Trotzdem diese Arbeit schon vor mehr als 40 Jahren erschienen ist, hat sie doch bis heute noch nichts an Bedeutung verloren und die meisten späteren Autoren [2]), die auf demselben Gebiete weiterarbeiteten, haben wenig zu den Resultaten und den Argumenten hinzugefügt, die *Hensen* zu *Gunsten* seiner Ansicht von dem Vorhandensein eines differenzierten Gehörsinnes bei den Krustaceen anführt.

Wie verlockend aber die eben dargelegte Hypothese auch sein mag, so stösst sie doch auf eine ganze Reihe von höchst bedeutsamen Schwierigkeiten und Widersprüchen, die uns zu grosser Vorsicht ihr gegenüber mahnen.

Entsprechend den drei Gruppen von Argumenten, die *Hensen* zu Gunsten seiner Auffassung anführt, zerfallen auch die Einwände gegen dieselben gleichfalls in drei Kategorien. Erstens wies *Hensen* auf die ausserordentliche Beweglichkeit der Wimperhaare hin und zog daraus den Schluss, dass diese Beweglichkeit eine Anpassung an die Perzeption der Schallwellen sei, wodurch sich diese Härchen eben von allen übrigen unterscheiden. Dabei hielt er es sogar für durch seine Experimente durchaus bewiesen, dass einem jeden Ton ein besonderes Hörhaar entspricht.

Kehren wir jedoch zu unserem *Asellus* zurück, so sehen wir, dass die Wimperhaare über den ganzen Körper oder richtiger über sämtliche Extremitäten verstreut sind. Die grösste Anzahl derselben fasst dabei an den distalen Enden der Gliedmassen Stellung: am Ende der kleinen Antennen, am Carpo- und Propodit der Füsse, an den Spitzen der Schwanzfurca. Hier sitzen dieselben völlig frei und sind durch nichts von der direkten Einwirkung des äusseren Mediums geschützt. Dabei muss die Wasserassel bei ihrem beständigen Herumklettern zwischen den Pflanzen und Wühlen im Schlamm dieselben unfehlbar beschmutzen, Schlammpartikelchen, Mikroorga-

---

[1]) *Hensen*. 1863, p. 391.

[2]) Cf. z. B. V. Lemoine. 1868, pp. 172; vom Rath. 1891, p. 206.

nismen müssen ihren Wimpern anhaften und auf diese Weise wird sich die *Masse* eines jeden Haares beständig verändern. Gleichzeitig muss natürlich auch die Höhe des Tones, der dasselbe in Schwingung versetzt, eine andere sein, und folglich können diese Haare keinenfalls zur Empfindung von Tönen einer *bestimmten Höhe* dienen.

Weiter schrieb *Jourdain* [1]) im Jahre 1881 in Bezug auf die uns interessierende Frage: „Tous les prolongements régides et élastiques, qui se rencontrent à la surface du test des crustacés, possèdent la propriété d'entrer en vibration à l'unisson de telle ou telle note, selon leurs dimensions. Il en est de même incontestablement de tous les poils".

Auf diese Weise lässt sich die Fähigkeit auf Schallwellen zu reagiren jedenfalls nicht als *ausschliessliche* Eigenschaft der Wimperhaare ansehen und in diesem Falle hat die Theorie ihrer *speziellen* Gehörfunktion keinerlei Boden unter den Füssen.

Doch damit sind noch nicht alle Einwände gegen die Theorie *Hensen*'s erledigt. Die Idee selbst von dem Funktionieren der Otolithen wurde stark in Zweifel gezogen. Von besonderem Interesse und Bedeutung sind in dieser Beziehung die Arbeiten von *Yves Delage* [2]). Auf demselben Wege der Analogisierung wie *Hensen* kommt *Delage* zu der Ueberzeugung, dass die Otolithenbläschen derselben Funktion wie die Otolithen im Labyrinth der Wirbeltiere dienen müssen und zwar einer Regulierung und Orientierung der Bewegungen des Tieres. Nachdem diese deduktiven Schlüsse durch eine Reihe von glänzend angestellten Experimenten bestätigt waren, kommt der Autor zu der Ueberzeugung, dass den Otocysten eine vom Gehör unabhängige und auf die Orientierung der Bewegungen Bezug habende Funktion zukomme. All'diese interessanten Befunde führen den genannten Autor zu folgenden Schlüssen:

„La vésicule auditive simple du Vertébré primitif aurait eu pour fonction, comme l'otocyste de l'Invertébré, de percevoir les *bruits* et de regulariser la locomotion... bruits ne différant entre eux que par leur intensité" [3]) und weiter „chez les Céphalopodes et la

---

[1]) *Jourdain*. 1881, p. 402.

[2]) Yves Delage. 1887.

[3]) Yves Delage. 1887, p. 23.

plupart des Crustacés, je n'hésite pas à croire, que la fonction régulatrice [des otocystes] est la plus importante" [1]).

Auf diese Weise büsst die zweite Kategorie der von *Hensen* angeführten Argumente einen grossen Teil ihrer Überzeugungskraft ein. Die Wimperhaare der Otolithenbläschen funktionieren hauptsächlich als sensibler regulierender Apparat und ihre grosse Beweglichkeit findet darin eine ganz genügende Erklärung. Selbst wenn sie imstande sind Schallwellen zu empfinden, wie dies *Delage* einräumt, so doch nur in Form von Geräuschen, wobei das eine Geräusch sich von dem anderen nicht durch die Höhe oder Tiefe unterscheiden wird, sondern einzig und allein durch die Stärke, die Intensität desselben.

Doch in diesem Falle hört die Perzeption des Geräusches schon auf eine *spezifische Schallempfindung* zu sein; wenn nur das Vorhandensein oder Fehlen von Schallwellen empfunden wird, nicht aber der Charakter ihrer Schwingungen selbst, so lassen sich die betreffenden Organe mit der gleichen Berechtigung entweder als ausserordentlich unvollkommene und primitive Gehörapparate, oder aber als äusserst feine und vollendete Tastorgane betrachten. Hier wird die Grenze zwischen diesen beiden Empfindungen völlig verwischt und wir können daher mit vollem Recht die Worte *Leydig's* [2]) anführen, der selbst die Wimperhaare für Tastorgane hält und hinzufügt: „die neueren Beobachter nennen sie Hörhaare... Eine Auffassung, die weder zu beweisen, noch zu widerlegen ist"..,

Ehe ich zu den Experimenten, mit deren Hilfe *Hensen* die Bedeutung der Wimperhaare der Körperoberfläche als Gehörorgane glänzend bewiessen zu haben glaubte, übergehe, scheint es mir geboten in erster Linie auf die Methodik derselben etwas genauer einzugehen. *Hensen* [3]) selbst meint in dieser Beziehung folgendes:

„Für die Hörversuche diente ein Geräusch, welches durch Anschlagen an solche Gegenstände, welche dasselbe dem Wasser zuleiten konnten, erzeugt ward. Trotz ihrer Unvollkommenheit gab ich dieser Art den Vorzug, da sie durch Bequemlichkeit eine grosse Reihe von Versuchen ermöglichte und da Glocken oder Pfeifen, die

---

[1]) Ibid. p. 25.
[2]) *Leydig*, 1878, p. 231.
[3]) *Hensen*, 1863, p. 394.

an der offenen Mündung mit einer Membran versehen, ins Wasser tauchten, Reflexe nur schwach hervorriefen, rein in der Luft erzeugte Töne wirkten nicht, gingen aber auch, wie ich mit dem betreffenden Hörrohr mich zum Ueberfluss überzeugte, nicht ins Wasser über".

Wie aus obigem Zitat hervorgeht, gesteht der Autor selbst ein, dass direkt in der Luft erzeugte reine Töne keinerlei positive Resultate zu Gunsten seiner Voraussetzungen lieferten. Er stellt allerdings die Behauptung auf, dass diese Töne gar nicht in das Wasser übergehen, doch wissen wir, dass die Schallwellen, wenn auch nicht ebenso frei, so doch jedenfalls von der Luft an das flüssige Medium übermittelt werden können.

Um die gewünschten Resultate zu erzielen musste *Hensen* die Erschütterung unmittelbar dem Wasser zuleiten und diesem Zwecke diente erstens ein an der Oberfläche schwimmendes Brettchen, das er mit einem Stäbchen anschlug, und zweitens eine besondere Vorrichtung, die in ihrer Hauptsache in einem Kasten, in dessen eine Seite eine ausgespannte Membran eingesetzt war, die durch in der Nähe hervorgebrachte starke Töne zum Vibrieren gebracht werden konnte, bestand.

Mit Hilfe dieser zwei wenig komplizierten Vorrichtungen wurden alle von *Hensen* beschriebenen Experimente ausgeführt. Der Autor erkennt es allerdings an, dass der Ton in all' diesen Experimenten unausbleiblich von einer Erschütterung des Wassers begleitet wird, doch hält er die letztere für ganz unwichtig, obwohl er als einziges Argument zu Gunsten einer solchen Behauptung die Tatsache anführt, dass wenn wir unter solchen Bedingungen die Hand ins Wasser versenken, dieselbe nichts von dieser Erschütterung empfindet!

Was haben nun die auf solche Weise ausgeführten Experimente gezeigt? Am wichtigsten und interessantesten sind die zwei folgenden. *Hensen* [1]) entfernte bei *Mysis* mit Hilfe eines Skalpells die lateralen Teile der Schwanzflosse und mit ihnen natürlich auch die Otocysten.

Die auf solche Weise verstümmelten Tiere, die nun nur mehr an den kleinen Antennen Wimperhaare besassen, reagierten weiter auf das durch das Anschlagen eines Stäbchens an das schwimmende Brettchen hervorgerufene Geräusch. Daraus zieht der Autor den

[1]) *Hensen*, 1863, p. 396.

Schluss, dass auch die Wimperhaare der freien Körperoberfläche als „Gehörorgane“ funktionieren.

Das zweite, noch interessantere Experiment wurde mit Hilfe des zweiten, oben beschriebenen Apparat ausgeführt. Dasselbe besteht darin, dass ein Wimperhaar eines Krusters in Wasser, dem durch eine vibrierende Membran durch Bassgeige oder Horn hervorgerufene Töne übermittelt wurden, gebracht, selbst in Schwingung gerieht, wobei die letztere bei Tönen einer bestimmten Höhe am stärksten war.

Doch geben diese Experimente wirklich durchaus das Recht zu ähnlichen Schlussfolgerungen? Mir scheint diese Frage negativ beantwortet werden zu müssen. Wenn wir die Experimentierungsmethode selbst und weiter das, was schon oben von den Schwingungen der Härchen am Crustaceenkörper gesagt wurde, im Auge behalten, so können wir nur folgende zweifellose Schlüsse aus den durch die Experimente erlangten Daten ziehen.

Erstens, bewahren die selbst ihrer Otocysten und der dieselben enthaltenden letzten Paare der Abdominalfüsse beraubten Mysiden trotzdem die Fähigkeit auf Erschütterungen oder Schwingungen des Wassers, die durch Anschlagen eines an der Oberfläche schwimmenden Gegenstandes hervorgerufen sind, zu reagieren. Zweitens, sind die Wimperhaare bis zu einem solchen Grade gegen Erschütterungen der umgebenden Mediums empfindlich, dass sogar die geringeren und häufigeren Schwingungen des Wassers, die den tieferen Tönen der Bassgeige und des Hornes entsprechen, denselben eine merkliche Vibration vermitteln können. Dies ist auch Alles, doch von hier ist es noch sehr weit bis zu den kühnen Schlüssen, zu denen *Hensen* gelangt, und selbst bis zur Annerkennung überhaupt des Vorhandenseins eines Gehörorgans bei den Crustaceen, wenn wir unter „Gehör“ Etwas unserer Fähigkeit die Schallwellen nicht nur ihrer Intensität, sondern auch ihrer Höhe nach zu unterscheiden, entsprechendes verstehen wollen.

Wenn wir nun zur Wasserassel zurückkehren, so können wir in Anbetracht der obigen Ausführungen wohl mit grosser Berechtigung der Ansicht Raum geben, dass bei derselben, beim Fehlen irgend spezieller Gehörorgane (nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse), augenscheinlich die Schallwellen als spezifische Empfindung, die nicht nur die Intensität, sondern auch die Höhe des Tones unter-

scheidet, nicht zur Perzeption gelangen, und dass die von ihr empfundenen Wellen nur als einfache Schwingungen im umgebenden Medium aufgenommen werden.

Was nun die Wimperhaare von *Asellus* anbelangt, so muss die Erklärung ihrer Funktion immer wieder in der Spezialisierung des Tastsinnes gesucht werden, worauf ja auch schon *Leydig* [1]) und später *Jourdain* [2]) hinweisen.

In der Tat müssen die Wimperhaare dank ihrem ausserordentlich feinen Bau allen möglichen Bewegungen des Wassers gegenüber äusserst empfindlich sein und eine jede Störung des Gleichgewichts desselben wird notwendigerweise einen Einfluss auf dieselben ausüben. Und da sie über den ganzen Körper verstreut sind, hauptsächlich aber an den hervortretendsten Körperstellen sitzen, so werden sie durch die Annäherung eines jeden, aktiv beweglichen Gegenstandes in Bewegung geraten, ob dies nun ein Fisch, ein Käfer oder eine räuberische Larve sei, und den *Asellus* auf diese Weise vor der drohenden Gefahr warnen. In diesem Sinne kann man eventuel noch sagen, der *Asellus* „höre“ den nahenden Feind. Jedenfalls ist auch diese Voraussetzung durchans keine bewiesene Tatsache, und die Frage von der Bedeutung der Wimperhaare lässt sich doch nur auf experimentellem Wege lösen und deshalb müssen wir uns fürs erste mit mehr oder weniger wahrscheinlichen Voraussetzungen behelfen.

Die Gelenke. Bis jetzt habe ich bei der Beschreibung der Füsse noch gar nicht die Gelenke zwischen den einzelnen Gliedern derselben berührt, und doch gebührt dem Studium derselben bei *Asellus* ein ziemlich grosses theoretisches Interesse, und dies umsomehr, als diese Frage bis jetzt noch von niemandem berührt worden ist.

Die Beschreibung der Gelenke will ich auch vom zweiten Paar der Brustfüsse beginnen, da die übrigen, abgesehen vom ersten Paar, in dieser Beziehung genau ebenso gebaut sind, und was die Greiffüsse anbetrifft, so werde ich dann auf die Eigentümlichkeiten, die sie von den Schreitbeinen unterscheiden, hinweisen.

---

[1]) *Leydid*, 1878, p. 230.

[2]) *Jourdain*, 1881, p. 403.

Schon *Milne-Edwards* [1]) wies darauf hin, dass die Gelenke der Krebsextremitäten so konstruiert sind, dass ein jedes in Bezug auf das benachbarte nur in einer bestimmten Ebene beweglich ist und eine Linie beschreibt, deren Richtung stets unverändert bleibt. Besonders wurde dieser Gedanke von *Langer* [2]) weiter entwickelt, der in einer speziell den Gelenken bei den *Arthropoden* gewidmeten Arbeit zu der Ueberzeugung gelangt, dass bei diesen Tieren sämtliche Gelenke sich auf das Schema eines Scharniers zwischen einem Schaft und Spund zurückführen lassen, wobei beide diese Bildungen das Resultat der Faltenentwickelung der Chitinhülle in der Richtung der Achse des Gelenkes darstellen. Speziell in Bezug auf die Krebstiere besteht der Autor besonders darauf, dass ausser Scharnirgelenken keinerlei andere bei ihnen vorkommen. Wie wir weiter unten sehen werden, lassen sich fast sämtliche Gelenke von *Asellus* dem erwähnten Typus zurechnen und nur der Basipodit gliedert sich dem Coxopodit auf ganz eigenartige Weise an und bildet so eine äusserst konstante und interessante Ausnahme.

Im Grunde genommen sind alle Gelenke zwischen Basi-, Ischio- und Meropodit, ebenso wie zwischen Carpo-, Pro- und Dactylopodit nach ein und demselben Plan konstruiert und weichen nur in den Details von einander ab. Sie bestehen alle aus zwei Höckern, die dem distalen Ende des Gliedes an der Vorder- und Hinterseite aufsitzen, und aus zwei denselben entsprechenden Einsenkungen am Proximalenden des Nachbargliedes (Taf. I, Fig. 5, cn^1, cn^2, cn^3; inc^1, inc^2, inc^3). Diese Höcker passen in die Einsenkungen, wie der Schaft in den Spund, und um dieselben findet die Drehung eines Gliedes in Bezug auf das andere so weit statt, wie dies die Bänder und die zusammenstossenden Ränder der Glieder selbst zulassen.

Auf diese Weise geht die Gelenkachse stets durch diese beiden Höcker, und da dieselben nun konstant der eine an der vorderen, der andere an der hinteren Seite des Fusses liegen, so hat die Achse eine rostro-kaudale Richtung und die Gliedmassen können sich infolgedessen ausschliesslich in der dieser Linie perpendikulären Ebene bewegen. Was nun die speziellen Unterschiede anbetrifft, so ist

---

1) *Milne-Edwards.* 1834, Bd. I, p. 152.

2) *Langer.* 1860, pp. 101 u. 129.

nur zu vermerken, dass die Gelenke zwischen dem Carpo-, Pro- und Dactylopodit flachere und nicht so scharf ausgeprägte Gelenkhöcker aufweisen.

Einem ganz anderen Typus begegnen wir in den anderen Gelenken, nämlich in den zwischen Mero- und Carpopodit, zwischen Basi- und Coxopodit und zwischen letzterem und dem Sternit der Brust.

Das erstere kann eigentlich kaum als wirkliches Gelenk angesehen werden, doch ist an Stelle desselben eine äusserst eigenartige Bildung entstanden. Die inneren Winkel des Distalendes des Meropodits und des Proximalendes des Carpopodits stehen mit den Enden einer dicken, V-förmig gebogenen und ins Innere der Glieder hineinragenden Chitinplatte in Verbindung (Taf. I, Fig. 5, *v.*). Die Elastizität dieser Chitinfeder lässt eine gewisse Beweglichkeit der Glieder zu, wobei ihre Bewegungen in derselben Richtung ausführbar sind, wie die der übrigen.

Gehen wir nun zum Bau der letzten beiden Gelenke des Fusses über, so begegnen wir in denselben folgenden Eigentümlichkeiten. Wie schon bei der Beschreibung des vierten Segmentes erwähnt ist, stellen die zur Angliederung der Extremitäten dienenden Öffnungen in den lateralen Teilen des Sterniten langgestreckte Ovale dar (Taf. I, Fig. 2, *F.*). Eine ebensolche länglich-ovale Form hat auch die Basis des Coxopoditen (Taf. I, Fig. 4, 7; *cxp.*). Dabei fällt die Längsaxe der ovalen Öffnung mit der der Gliedbasis zusammen und hat die gleiche Länge, während die kurze Achse der letzteren merklich kleiner ist als die der Öffnung; der Zwischenraum zwischen den Rändern wird von einer faltigen Chitinmembran ausgefüllt. Auf diese Weise fällt die Gelenkachse genau mit der Längsachse der Gelenköffnung und folglich mit der „Nebenachse" des Sterniten zusammen und die durch dieses Gelenk gestattete Bewegung hat eine zu dieser Achse perpendikuläre Richtung, wobei deren Umfang durch die Grösse der Falten der zwischen den etwas verdickten Rändern der Öffnung und der Basis des Gliedes befindlichen Chitinmembran bedingt wird.

Das Gelenk zwischen Coxo- und Basipodit hat mit den eben beschriebenen Gelenktypen gar nichts gemein (Taf. I, Fig. 7.). Der distale Rand des Coxopoditen ist, ebenso wie der proximale, etwas verdickt und bildet eine Art Chitinreifen und an einer Stelle geht

von diesem Reifen ein ziemlich langer aus sehr starkem Chitin bestehender Fortsatz, der „Schaft“ nach innen ab (Taf. I, Fig. 7, *sp.*; Textfig. 1, *sp.*). Dieser Schaft entspricht dem von *Langer* [1]) und *List* [2]) als **Balken** bezeichneten Gebilde und hat das Aussehen einer Chitinduplikatur, die mit den oben erwähnten Verdickungen beider Enden des Coxopoditen in Verbindung steht. Demselben sitzt der proximale Teil des Basipoditen (*bp.*) auf, der vom übrigen Glied durch eine Einschnürung getrennt ist uud gewissermassen eine Art Knopf bildet. An der einen Seite zeigt dieser Knopf eine tiefe Rinne (Taf. I, Fig. 7, *sl.*), in der der Schaft oder Fortsatz des Coxopoditen eingebettet liegt. Dort, wo derselbe mit dem Knopf in Berührung kommt, ist das Chitin des letzteren stark verdickt und gewährt demselben eine feste Stütze.

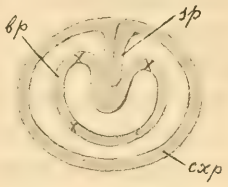


Fig. 1. Schematischer Horizontalschnitt zwischen Basi- und Coxopodit auf der Höhe des „Schaftes“. *sp*—Schaft, *cxp.*—Coxopodit, *bp.*—Basipodit. xx — bezeichnet die Projektion der Anheftungspunkte der Sehnen des Basipodits.

Das eben besprochene Gelenk ähnelt bedeutend dem von *Langer* [3]) nur am dritten Beinpaar von *Buprestis gigantea* entdecktem. Diese Form von Gelenkung, die der Autor einer besonderen vierten (letzten) Kategorie zurechnet, ist so eigenartig, dass er bei der Beschreibung derselben hinzusetzt: „sie lässt sich mit keiner der bis jetzt besprochenen vergleichen“.

Auf den ersten Blick lässt eine solche Einrichtung des Gelenkes eine ausserordentliche Beweglichkeit der durch dasselbe verbundenen Glieder zu. Doch überzeugt uns das aufmerksame Studium davon, dass die Beweglichkeit des Basipodits in bedeutendem Masse durch die dünnen, dessen Basis mit dem Coxopodit verbindenden Chitinmembranen beschränkt wird. Der einzige Bewegungsmodus, den sie zulassen, besteht in bedeutendem Masse in einer Drehung des Knopfes des Basipoditen um den Schaft des Coxopoditen wie um eine Achse. Dabei bewegt sich der Basipodit in derselben Ebene wie alle übrigen, distal von demselben gelegenen Glieder des Bei-

---

[1]) *Langer.* 1860.
[2]) *List.* 1895, p. 386.
[3]) *Langer.* 1860, p. 124.

nes. Diese zu dem oben besprochenen Gelenkschaft des Coxopoditen perpendikuläre Ebene stimmt mit der Längsachse der ovalen Basis dieses Gliedes überein, d. h. mit der Achse des sterno-coxalen Gelenkes. Und da nun die Bewegungsrichtung im letzteren Gelenk eine zu seiner Achse perpendikuläre ist, so ist folglich die Ebene, in welcher die Bewegungen des Coxopoditen liegen, zu der aller übrigen Glieder des Beines ebenfalls eine perpendikuläre.

Doch ausser diesen beiden einander perpendikulären vertikalen Bewegungen können die Beine der Wasserassel noch gewisse Wendungen in horizontaler Richtung machen. Besonders gut lässt sich das an den vorderen Füssen von *Asellus* beobachten, und zwar lässt es sich an diesen am leichtesten konstatieren, dass diese Drehung wiederum im selben Gelenk zwischen dem Basi- und Coxopodit stattfindet. Wie oben bereits erwähnt wurde, sind im vorderen Beinpaar die Coxopoditen unbeweglich mit den betreffenden Teilen des Sternits verwachsen, und doch bewegt sich, bei Versetzung dieser Füsse in horizontaler Richtung, das ganze Bein, den Basipodit mit einbegriffen. Daraus folgt, dass diese Bewegung durch die Einrichtung des Gelenkes zwischen diesem letzteren und dem Coxopodit bedingt wird.

Auf eine solche Kompliziertheit der Bewegungen weist in diesem Segment sowohl die Einrichtung desselben selbst, als auch die Lagebeziehung der zugehörigen Muskeln hin. Letztere inserieren an das Proximalende des Basipodits mit Hülfe von vier Sehnen, die eine zueinander kreuzweise Stellung zeigen (cf. Textfig. I, xx). Selbstverständlich lässt eine solche Stellung der Anheftungspunkte alle möglichen Bewegungen zu.

Aus der Kombination der auf diese Weise möglichen drei zu einander perpendikulären Bewegungsarten resultiert eben die ganze komplizierte Beweglichkeit des Beines. *Langer* [1]) wies schon auf die grosse Bedeutung für das Funktionieren der Arthropodenextremitäten des Umstandes hin, dass das erste oder die zwei ersten Basalglieder sehr klein sind, wobei ihre, in verschiedenen Ebenen liegenden Gelenkachsen einander dicht genähert sind, und *List* [2]) bestätigt in seinen Untersuchungen der Bewegungen des Flusskrebses

---

[1]) *Langer*. 1860, p. 137.
[2]) *List*. 1895, p. 414.

diese Erwägungen durchaus. Allerdings bilden beim Flusskrebs, wie *Huxley* [1]) nachwies und genauer *List* [2]) studierte, die Achsen sämtlicher Gelenke grosse Winkel miteinander, was den Extremitäten eine bedeutende Vielseitigkeit der Bewegungen gestattet. Doch schränkt dies keineswegs die Richtigkeit des oben besprochenen Prinzips ein. Bei *Asellus* tritt dasselbe im Gegenteil besonders scharf zutage. Bei *Asellus* führen, wie wir gesehen haben, sämtliche Glieder des Fusses, angefangen vom Basipodit und bis herunter zum Dactylopodit, Bewegungen in einer Ebene aus. Nur das Gelenk zwischen Basi- und Coxopodit und das zwischen letzterem und dem Sternit lassen Bewegungen in anderen Ebenen zu. Wie gering auch die hier stattfindenden Drehungen der Glieder sein mögen, doch wird, dank dem Umstande, dass diese Gelenke an der Basis des Fusses liegen, wobei die Länge des Coxopoditen eine sehr geringe ist, eine verhältnissmässig grosse Beweglichkeit des ganzen Beines erzielt, d. h. die geringste Beugung des letzteren an der Basis ruft schon eine sehr bedeutende Verlagerung des distalen Endes hervor.

Doch stossen diese Daten das von *List* [3]) für die Gehfüsse aufgestellte Gesetz: „die längsten Glieder sind funktionell die wichtigsten für die Gehbewegung“, um. Die Bedeutung der Glieder wird nicht soviel von deren Länge, als von ihrer Stellung in der Reihe der übrigen Glieder der Extremität bestimmt.

Was nun die vorderen Greiffüsse anbetrifft, so habe ich schon zweier Eigentümlichkeiten erwähnt, nämlich der Verwachsung des Coxopoditen mit dem Sternit und der unbeweglichen Verbindung des Carpo- mit dem Propodit. Weiter muss auf die bedeutend stärker ausgeprägte Gelenkung dieses letzteren mit dem Dactylopodit hingewiesen werden, was mit einer unvergleichlich viel freieren Beweglichkeit desselben in Zusammenhang steht, und endlich ist noch zu erwähnen, dass die V-förmige Chitinverdickung (Taf. I, Fig. 6, *v.*) zwischen Mero- und Carpopodit hier nur sehr schwach zum Ausdruck gelangt.

Nachdem wir uns auf diese Weise über die Konstruktion der Gelenke der Brustgliedmassen klar geworden sind, wollen wir etwas

---

1) *Huxley.* 1879.
2) *List.* 1895, p. 383.
3) Ibid., p. 431.

näher auf den Mechanismus des Stehens eingehen. In ruhiger Stellung zeigen die Füsse von *Asellus* ungefähr die auf Textfig. 2 wiedergegebene Lage. Der Basipodit ist dabei stark unter die Brust untergebogen, die Achse des Ischiopodits bildet einen ziemlich spitzen Winkel mit demselben und ist beinahe vertikal abwärts gerichtet, die Achse des Meropoditen bildet wiederum einen Winkel mit dem vorhergehenden und verläuft beinahe horizontal, ebenso wie der Carpopodit; der Pro- und Dactylopodit gehen wieder abwärts, sich etwas nach innen krümmend. Auf diese Weise hat der Fuss (der rechte) in ruhiger Stellung eine S-förmige Gestalt, wobei dessen oberer Bogen nach innen, der untere nach aussen gerichtet ist.

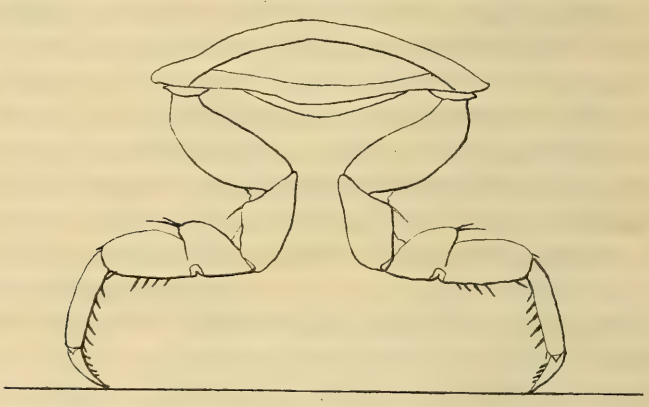


Fig. 2. Natürliche Stellung der Brustfüsse von *Asellus* beim Stehen.

Wollen wir nun betrachten, welchen Einfluss auf ein solches Bein das Körpergewicht ausüben wird. Aus der beistehenden Abbildung ist leicht zu ersehen, dass sich das Bein unter dem Gewicht noch stärker krümmen wird. Dabei wird sich der Ischiopodit dem äusseren Rande des Basipoditen nähern, ebenso wie der Meropodit dem des Ischiopoditen. Infolgedessen muss es, um ein Zusammenknicken zu verhüten, zur Ausbildung einer starken zur Streckung des Fusses dienenden Muskulatur kommen, und in der Tat dient die Hauptmasse der den Basi- und Ischiopodit ausfüllenden Muskulatur diesem Zwecke.

Diese Muskeln heften sich festen und breiten Sehnen (Taf. I, Fig. 5, *tnd. ip; tnd. mp.*), die vom proximalen Ende des Gliedes entspringen, an und ein Blick auf unsere Figur genügt um uns davon

zu überzeugen, dass die Kontraktion dieser Muskeln eine energische Streckung der Extremität zur Folge haben muss. Die Beugemuskeln dagegen sind bedeutend schwächer entwickelt und gehen von einem Glied zum anderen, indem sie sich teils an deren Wandungen, teils an die Gelenkmembranen befestigen und ausserhalb der Gelenkachse Stellung fassen. Wir werden noch weiter unten näher auf dieselben eingehen müssen.

Eine ähnliche Wirkung übt das Körpergewicht auch auf den Pro- und Dactylopodit aus. Der erstere ist beim Stehen meistens abwärts uud auswärts (cf. Textfig. 2) gerichtet und wird sich natürlich gegen den Carpopodit beugen. Daher erreicht hier die zur Insertion der *Streckmuskeln* (Taf. I, Fig. 5, *tn. e. pp.*) dienende Sehne eine hohe Ausbildung. Doch haben die *Beugemuskeln* relativ ein sogar grösseres Volumen als die Streckmuskeln, worauf auch deren gut ausgebildete Sehne hinweist (Taf. I, Fig. 5, *tn. f. pp.*); dieser Umstand findet darin seine Erklärung, dass bei verschiedenen Bewegungen des *Asellus*, besonders beim Umherklettern an den Wasserpflanzen der Propodit häufig stark an den Carpopodit herangebogen wird, worauf oben bereits hingewiesen wurde.

Einer analogen Einrichtung begegnen wir auch im Dactylopodit. Auch bei diesem sind dank der Vielseitigkeit der Bewegungen sowohl die Streck-, als auch die Beugemuskeln gut ausgebildet, was seinerseits einen Einfluss auf die Entwickelung der betreffenden Sehnen ausübt (Taf. I, Fig. 5, *tn. f. dp.; tn. e. dp*).

Bis jetzt haben wir noch nicht das Gelenk zwischen dem Mero- und Carpopodit berührt. Wie aus der Textfig. 2 hervorgeht, sind beide diese Glieder so gestellt, dass ihre Achsen *eine* Richtung haben, d. h. sie bilden keinen Winkel zu einander, und diese Achsen sind horizontal. Eine solche Lage dieser Glieder hat den Einfluss, dass das Körpergewicht besonders stark auf ihr Gelenk einwirkt und dasselbe zusammenzuknicken strebt. Doch gleichzeitig ist dasselbe so konstruiert, dass es die Wirkung der Schwerkraft nach Möglichkeit aufhebt.

In der Tat ist es nicht schwer sich bei der Stellung, die das Bein in natürlichem Zustande einnimmt, davon zu überzeugen, dass die Schwerkraft das Gelenk nach unten einzuknicken suchen wird. Doch werden dabei die Enden der oben besprochenen V-förmigen Chitinfeder auseinandertreten und dieselbe wird dieser Einknickung

durch ihre Elastizität Widerstand leisten. Zu guterletzt kann die Biegung einen solchen Umfang erreichen, dass der Wall des Carpopoditen (Taf. I, Fig. 5, *tb.*) in die ihm entsprechende Einsenkung des Meropodits zu liegen kommt (Taf. I, Fig. 5, *f.*), und dann werden dieselben die Rolle eines Gelenkes übernehmen. Dabei wird die Gelenkachse naturgemäss auch nach oben verlegt werden. Jetzt wird die Wirkung der Chitinfeder eine noch energischere sein und ihr wird sich noch die Wirkung des mit einem Ende an der Innenwand des äusseren Randes des Meropoditen und mit dem anderen an die vom Carpopodit unweit von der Chitinfeder abgehenden Sehne befestigten Muskels anschliessen. Auf diese Weise hat die ganze Konstruktion den Zweck die Verbindung der beiden Glieder möglichst zu festigen und widerstandsfähig zu machen, wobei jedoch ein gewisser Grad von Beweglichkeit bewahrt bleiben muss.

Von Interesse ist der Umstand, dass sich auf diese Weise eine Eigentümlichkeit der vorderen Extremitäten erklären lässt: bei denselben ist das besprochene Gelenk zwar vorhanden, doch ist die Chitinfeder nur äusserst schwach ausgebildet. Das findet durchaus seine Erklärung darin, dass *Asellus* sich beim Gehen nicht auf diese Extremitäten stützt, und folglich ist die betreffende Vorrichtung rudimentär geworden.

Einiges Interesse beansprucht noch folgende Eigentümlichkeit der Gelenke. Wie wir bei der Betrachtung der einzelnen Glieder gesehen haben, zeigen die Enden, die untereinander durch Gelenke verbunden sind, einen V-förmigen Ausschnitt, wobei letzterer sich stets an der Seite befindet, mit welcher sich die Glieder beim Zusammenlegen nähern. Die Ränder dieser Ausschnitte sind miteinander durch eine feine Chitinmembran, die sich von einem Glied zum anderen hinzieht, verbunden. Eine besonders hohe Ausbildung zeigt diese Membran zwischen Basi- und Ischiopodit, ebenso wie zwischen diesem letzteren und Meropodit (Taf. I, Fig. 5). Beim Beugen sammeln sich dieselben natürlich in Falten, während sie bei der Streckung des Fusses im Gegenteil angespannt werden. Beim lebenden *Asellus* falten sie sich jedoch nicht regellos zusammen, und spielen keine unbedeutende Rolle bei der aktiven Beugung der Extremität.

Die Membran zwischen Basi- und Ischiopodit (Taf. I, Fig. 8) besitzt beinahe in der Mitte, etwas näher zu dem letzteren Glied,

eine taschenartige Vertiefung oder Falte (*pl'*), die nach innen in das Lumen und etwas nach oben des Gliedes zur Basis des Fusses hin gerichtet ist. Einem ungefähr ebensolchen, nur dreilappigen und längeren Gebilde begegnen wir in entsprechender Lage an der Membran zwischen Ischio- und Meropodit. Beide diese Verdickungen an den Gelenkmembranen dienen zur Befestigung einzelner Bündel des Beugemuskels des Ischio- und Meropoditen, der zu dem Typus der sog. „Brückenmuskeln" (*Verhoeff* [1]) gehört. *Börner* [2]) bezeichnet diesen Muskel als „*Levator Trochanteris*" und legt ihm, zusammen mit *Verhoeff*, eine grosse Bedeutung zur Aufdeckung der Homologie der Extremitätenglieder bei den verschiedenen Arthropoden bei. Doch setzt diese Bezeichnung die Tatsache als erwiesen voraus, dass der Meropodit von Asellus dem *Trochanter* der Insekten homolog ist; da dies jedoch bei weitem noch nicht unzweifelhaft ist (cf. weiter unten), so halte ich es für zweckmässiger diesen Muskel in den weiteren Ausführungen als „*Flexor communis*" anzusprechen.

Dieser Muskel heftet sich durch ein ziemlich breites Bündel an die Innenwand des Basipoditen unweit von dessen proximalenen Ende an (Taf. I, Fig. 9, *fc.*). Von hier aus verläuft derselbe zu dem Gelenk zwischen diesem Glied und dem Ischiopodit und zieht, sich stark verjüngend, an dessen äusserem Rande vorbei, wobei er ein Bündel zur Befestigung an das eben besprochene Gebilde an der Gelenkmembran abgiebt. An der Biegungsstelle zwischen den Gliedern wird der Muskel am dünnsten und wird einfach von einem Sehnenband repräsentiert, da sich nichts von der charakteristischen Querstreifung erkennen lässt. Weiter im Ischiopodit verbreitert sich derselbe aufs neue, nimmt eine spindelförmige Gestalt an und inseriert endlich an dem erwähnten Vorsprung der Membran zwischen diesem Glied und dem Meropodit. Auf diese Wiese zerfällt der *Flexor communis* in zwei selbständige Abschnitte, der eine im Basi-, der andere im Ischiopodit.

Bei der Kontraktion wird dieser Muskel eine Beugung sowohl des Ischio-, als auch des Meropoditen herbeiführen. Diese Beugung ist nicht nur das Resultat der Wirkung der eben erwähnten einzelnen Muskelmassen, die an beiden Seiten des mittleren Verbin-

---

[1]) *Verhoeff*. 1903, p. 84.

[2]) *Börner*. 1903, p. 323, cf. auch Fig. 25.

dungsbandes liegen, sondern der ganze Muskel wird, ausserhalb der Gelenkachsen der Glieder gelegen, bei seiner Kontraktion seine Insertionspunkte einander zu nähern versuchen und dadurch sowohl den Ischio-, als auch den Meropodit nach aussen wegbiegen.

Dabei biegt sich der Muskel an der beide Glieder verbindenden Membran wie um einen Block um, was nur dank der Spannung derselben durch energische Kontraktion des an ihr befestigten Muskelbündels möglich wird. Infolge einer solchen Einrichtung drückt der ganze, in Kontraktion befindliche Muskel die Membran nicht nach aussen, was notwendig der Fall sein müsste, wenn diese Vorrichtung nicht vorhanden wäre, und was seinerseits zur Herabsetzung der Wirkung ihrer Kontraktion führen würde. Im Gegenteil zieht der, an die Gelenkmembran befestigte *Flexor communis* jedes Mal, wenn ein Zusammenbiegen in einem der genannten Gelenke stattfindet, dieselbe nach innen, was einerseits dieselbe vor einer unregelmässigen Zusammenfaltung beschützt und andererseits zur Festigung des Gelenkes selbst beiträgt.

Der eben besprochene Befestigungsmodus der Muskeln an die Gelenkmembran ist keineswegs nur für *Asellus* bezeichnend, sondern ähnliche Vorrichtungen sind, wie *Langer* [1]) und *List* [2]) angeben, eine überhaupt für die Arthropoden charakteristische Erscheinung.

Wenden wir uns nun der allgemeinen Stellung der Extremitäten beim lebenden *Asellus* zu. Trotzdem diese Frage wesentlicher Bedeutung für das Verständnis gewisser Eigentümlichkeiten im Bau dieses Tieres ist, ist dieselbe noch völlig unaufgeklärt, wenn wir nicht eine kleine Bemerkung von *Boas* [3]) in dieser Beziehung mitrechnen wollen.

Im natürlichen Zustande sind die Füsse bei der Wasserassel so gestellt, dass die drei vorderen Paare mehr oder weniger nach vorn gerichtet sind, die drei hinteren—nach hinten, während das mittlere eine zur Körperachse nahezu perpendikuläre Stellung einnimmt. Dabei sind die Beine, wie oben bereits erwähnt wurde,

---

[1]) *Langer*. 1860, p. 102.
[2]) *List*. 1895, p. 427.
[3]) *Boas*. 1883; pp. 516—517.

stark S-förmig gebogen, so dass sie einander an der Mittellinie des Körpers beinahe mit den Distalenden der Basipoditen zusammenstossen.

Eine solche Stellung ist dem Tiere beim Gehen und besonders beim Klettern sehr behülflich: mit den Vorderfüssen hakt es sich an den vorne liegenden Gegenständen fest und zieht sich heran, während es sich mit den Hinterbeinen nachstösst. Das mittlere Paar spielt dabei die geringste Rolle und dient fast ausschliesslich dazu, den Körper in Gleichgewicht zu halten, und wahrscheinlich bedienen sich die Männchen deshalb dieser Beine zum Festhalten der Weibchen, wenn sie tagelang mit ihnen zu Paaren herumklettern. Dabei trägt das Männchen, welches zum Unterschied von den anderen Krebstieren stets grösser und breiter als das Weibchen ist, das letztere mit sich umher, indem es dasselbe von unten mit dem vierten Beinpaar umfasst, dass dank seiner Querstellung besonders gut dazu geeignet ist [1]).

Auf diese Weise zerfallen die Extremitäten von *Asellus* deutlich in drei Gruppen, die sich sowohl durch ihre Stellung, als auch durch ihre Funktionen unterscheiden. Dies sind dieselben drei Kategorien, die von *Demoor* [2]) für die Insekten festgestellt wurden und von denen die vorderen den Körper nach sich ziehen, die zweiten—zur Bewahrung des Gleichgewichts dienen und die hinteren ihn nachschieben. Auf diese Weise sind die drei vorderen Beinpaare von *Asellus* dem einen vorderen Paar der Insekten, das vierte Paar—dem mittleren und die drei letzten Paare—dem hinteren Paar funktionnel analog. Einer ähnlichen Einteilung der Gliedmassen in drei Gruppen begegnen wir mehr oder weniger scharf ausgeprägt bei allen kriechenden Arthropoden, obwohl in jedem einzelnen Falle die Verteilung selbst der Füsse unter diese drei Kategorien eine verschiedene sein kann.

Wie wir schon gesehen haben, ist die Stellung der Füsse eine ausserordentlich zweckentsprechende; doch wird die Stellung der

---

[1]) Es ist interessant zu bemerken, dass ein ähnlicher, für die Crustaceen ausnahmsweiser Grössenunterschied zwischen Männchen und Weibchen noch bei *Ligia oceanica* vorkommt, wobei das erstere hier vor der Begattung gleichfalls das Weibchen mit sich herumschleppt und zwar ebenso, wie eben für *Asellus* geschildert wurde. Augenscheinlich stehen beide Erscheinungen in funktionellem Zusammenhange, cf. *Huct*, 1883, pp. 317, 321.

[2]) *Demoor*. 1891; p. 479.

Extremität dabei ausschliesslich von der Stellung des Coxopoditen bestimmt, da alle übrigen Glieder nur (beinahe) in einer vertikalen Ebene beweglich sind. Doch wurde oben schon darauf hingewiesen, dass die Basis des Beines, d. h. der Coxopodit, eine ganz bestimmte Lage an den Seitenteilen der Sterniten einnimmt, und zwar fällt seine Gelenkachse mit der Richtung der „Nebenachse“ zusammen. Folglich wird die beschriebene Stellung der Extremitäten nur bei einer entsprechenden Lage der lateralen Teile der Sterniten, d. h. dann möglich, wenn die Nebenachsen der drei ersten Segmente etwas nach vorn, der drei hinteren—etwas nach hinten und die des mittleren beinahe quer gerichtet sind. So ist es auch in der Tat, und dadurch wird auch die schon beschriebene charakteristische Krümmung der Brustsegmente veranlasst.

Im Zusammenhang mit dieser Stellung und diesen Funktionen der Gliedmassen steht auch die oben erwähnte Verlagerung der Basis derselben, und zwar der vorderen näher zum Vorder-, der hinteren zum Hinterrande.

Dass all' diese Eigentümlichkeiten im Bau der Brustsegmente nur sekundäre, mit der Spezialisierung der mit denselben verbundenen Extremitäten im Zusammenhang stehende Erscheinungen sind, darauf weist auch die Postembryonalentwickelung hin.

Anfangs haben beim ganz jungen *Asellus* die Brustsegmente, wie *Rathke* [1]) gezeigt hat, eine zur Körperlängsachse streng transversale Stellung und zeigen fast gar keine Spur von „lateralen Teilen“; erst später, im Zusammenhang mit der grösseren Spezialisierung der Extremitäten bilden sich diese, zur Angliederung der letzteren dienenden „Seiten“ aus und nehmen die Lage, die sie beim erwachsenen Tier innehaben, ein, wodurch sie den Brustsegmenten die für sie charakteristische Sichelform verleihen.

Eine äusserst wichtige Bedeutung hat für die Fortbewegung von *Asellus* auch die gebogene Gestalt seiner Gliedmassen. *Demoor* [2]) wies bereits auf die Bedeutung hin, welche für die Vorwärtsbewegung der Arthropoden die Angliederung der Extremitäten möglichst nahe der Mittellinie hat. Bei einer solchen Anordnung der Extremitäten wird die durch sie hervorgerufene Vorwärtsbewegung des Körpers

[1]) *Rathke*. 1832, Taf. I, Fig. 16, 18.
[2]) *Demoor*. 1891, p. 496.

in gerader Linie vor sich gehen, während im anderen Falle das Tier von einer Seite in die andere schwanken würde und die Bewegungsenergie zum Teil nutzlos vergeutet würde.

Doch bei den Isopoden und speziell bei *Asellus* begegnen wir gerade einem solchen Fall, wo die Basis der Gliedmassen weit auseinander an die Seiten des Körpers geschoben sind. Doch macht die oben erwähnte Krümmung derselben diesen wichtigen Missstand wieder gut. Da beim Gehen hauptsächlich die Distalenden der Füsse in Auspruch genommen werden, während die proximalen die ganze Zeit unter den Körper des Tieres untergeschlagen sind und verhältnissmässig wenig in Bewegung gebracht werden, so wird die Bewegung der Füsse in erster Linie auf die Gelenke zwischen den Basi- und Ischiopoditen, als auf verhältnissmässig unbewegliche Punkte eine Wirkung ausüben. Doch berühren sich, wie wir gesehen haben, diese Gelenke beinahe untereinander längs der Mittellinie des Körpers und infolgedessen findet das von *Demoor* festgestellte Prinzip auch hier, wenn auch in etwas veränderter Form, Anwendung.

Ehe wir die Besprechung der Brustgliedmassen abschliessen, muss noch eine Eigentümlichkeit ihres Bauss erwähnt werden. Wenn wir ein heiles, unbeschädigtes Bein betrachten, so können wir am proximalen Ende des Basipoditen, wo derselbe sich plötzlich verschmälert und eine Einschnürung bildet, einen sehr feinen Querstreifen erkennen. An dieser Stelle verdünnt sich das Chitin plötzlich ungemein und bildet um das Glied eine Art feinen, hellen Ringes (Taf. I, Fig. 5 *ant.*).

Fassen wir den lebenden *Asellus* mit einer Pinzette am Bein, so reisst dasselbe gerade an dieser Stelle ab. Dabei beginnt der Riss stets am Innenrande des Gliedes und setzt sich von hier aus zum äusseren Rande hin fort.

Der Prozess der Autotomie selbst ist äusserst charakteristisch und verläuft, wie die Beobachtung uns lehrt, folgendermassen. Anfangs streckt das Tier den eingeklemmten Fuss so stark wie möglich aus, so dass alle Glieder, den Basipodit mit einbegriffen, eine gerade Linie bilden. Darauf beginnen die vom Proximalende des Basipoditen abgehenden und zu dessen Beugung dienenden Muskeln energisch sich zu kontrahieren. Dadurch strebt der Basalteil des

Gliedes seine normale Lage einzunehmen, d. h. unter die Brust untergeschlagen zu werden, während das Distalende desselben durch die übrigen Glieder in seiner gestreckten Lage zurückgehalten wird. Dabei wird natürlich der innere Rand des Basipoditen eine starke Zerrung erfahren, was endlich einen Riss des Gliedes an der erwähnten dünnen Stelle veranlassen wird, wobei sich dieser Riss allmählich vom Innenrande nach aussen fortsetzen wird, bis sich das ganze Bein vom Basalende des Basipoditen loslöst. Die auf diese Weise verloren gegangene Extremität wird später nach und nach durch eine neue ersetzt.

Bis jetzt haben wir die Gliedmassen von *Asellus* als denen der *Decapoda* völlig homolog angesehen und bezeichneten die sieben Glieder derselben mit denselben Namen, die diesen sieben Gliederen bei den letzteren von *Milne-Edwards* [1]) beigelegt wurden. Auf demselben Standpunkt steht auch *Boas* [2]) in seiner Arbeit über die Verwandschaftsbeziehungen der *Malacostraca*. Doch fand diese Anschauung später erbitterte Gegner, hauptsächlich in *Hansen* [3]) und *Börner* [4]). Worauf beruhen nun diese Einwände?

Hansen war der erste, der bei der Homologisierung der einzelnen Glieder der Arthropoden den Bau und Funktion der dieselben verbindenden Gelenke besonders in den Vordergrund schob. Eine besonders wichtige Bedeutung legte er der Lage des Gelenkes bei, wo das Bein am stärksten gebogen wird und das er als „Knie“ bezeichnet.

Nachdem der Autor den normalen Fuss der *Isopoden* beschrieben und auf die Identität des Baues desselben bei diesen Tieren und den *Mysidae* hingewiesen hat, meint er: „Das Bein besteht aus acht Gliedern, indem ich die Klaue für ein umgebildetes Glied ansehe...: das Basalglied ist viel kürzer als das zweite Glied; man findet das „Knie“, die Hauptbewegung in verticaler Richtung, zwischen dem fünften und sechsten Glied...“ [5]).

---

[1]) *Milne-Edwards*. 1851, p. 289.
[2]) *Boas*. 1883.
[3]) *Hansen*. 1893.
[4]) *Börner*. 1893.
[5]) *Hansen*. 1893, p. 202.

Zu den Extremitäten der *Euphausiiden* und *Decapoda* übergehend, sagt *Hansen* weiter: „Die Beine bestehen bei ihnen nur aus sieben Gliedern (es fehlt ihnen die „Klaue"). Das „Knie" liegt zwischen dem vierten und fünften Gliede; das erste Glied ist beinahe ebenso gross wie das zweite. Ich nehme an, dass die Glieder jenseits des Knies mit dem sechsten, siebenten und achten Gliede (Klaue) bei *Mysis* [folglich auch den *Isopoda*] homolog sind, und dass das vierte Glied mit dem vierten und fünften Gliede zusammen bei *Mysiden* homolog ist... Daraus ergiebt es sich, dass die von *Milne-Edwards* den einzelnen Gliedern gegebenen Namen nicht ohne Weiteres bei den erwähnten *[Isopoda, Amphipoda]* Ordnungen der Nummer des Gliedes nach gebraucht werden können, mit Ausnahme der drei ersten" [1]).

Wie aus den eben zitierten Worten *Hansen*'s leicht zu erkennen ist, liegt hier irgend eine logische Unklarheit vor. Einerseits wird der Unterschied in der Anzahl der Glieder bei den *Decapoden* und *Isopoden* (ebenso den *Amphipoda* und *Mysidae*) dadurch bewirkt, dass bei den ersteren das Glied (das letzte) völlig verloren geht, das bei den zweiten durch die Klaue repraesentiert wurde; andererseits veranlasst die Anerkennung der Identität des Knies denselben Autor die drei dahinter liegenden Glieder bei den *Decapoda* mit ebensolchen drei bei den *Isopoda* zu *homologisieren*,— d. h. der Dactylopodit der ersteren wird der Klaue der letzteren gleichgesetzt, was ganz augenscheinlich dem vorhergehenden Ausspruch widerspricht. Dies genügt wohl um uns von der durchaus wenig beweiskräftigen Argumentierung *Hansen*'s in diesem Falle und davon zu überzeugen, zu welchen überflüssigen Schwierigkeiten die absolute Durchführung des Prinzips der Identität des Kniegelenks bei den Arthropoden führt. Doch besonders anschaulich ist dies von *Börner* [2]) bestätigt worden, der seiner Arbeit dasselbe Prinzip zu grunde legt und dasselbe bis zu den extremsten Schlussfolgerungen verfolgt und endlich zu dem kommt, was in der Logik gewöhnlich als *reductio ad absurdum* bezeichnet wird. Ich will weiter nicht näher auf diese im Grunde genommen wenig interessante Arbeit eingehen und nur bemerken, dass ihr Wert noch durch die ganz verfehlte Methode, die der Autor anwendet, herabgesetzt wird.

---

[1]) *Hansen.* 1893, p. 203—204.

[2]) *Börner.* 1903.

Börner [1]) geht davon aus, dass die Schreitfüsse der Krebstiere primitiver seien als die Schwimmfüsse: die Zweiästigkeit der letzteren betrachtet er als Anpassung an das Schwimmen und hält diese Erscheinung für eine sekundäre. Auf Grund einer solchen mehr als willkürlichen Voraussetzung sucht der Autor nicht nur die komplizierter gebaute Extremität der Arthropoden von der primitiveren abzuleiten, sondern beginnt damit, dass er die Füsse der Crustaceen in das von ihm für die höchstorganisierten Arthropoden konstruierte Schema einzuzwängen sucht und sogar für dieselben die aus der Entomologie entlehnte Nomenklatur anwendet. Wenn wir noch das streng durchgeführte Prinzip der Identität des Kniegelenkes bei allen Arthropoden und das Bestreben die Homologie auch der übrigen Gelenke durchzuführen hinzufügen, so können wir leicht begreifen, zu welchen unglaublichen Resultaten der Autor gelangt. So erweisen sich z. B. bei den *Isopoda zwei Coxae* [2]), doch dafür ist hinter dem „Knie" das erste Glied (in meiner Arbeit der Propodit) der *Tibiotarsus*, d. h. *Tibia* + *Tarsus*. Bei den *Macrura* existiert schon nunmehr *eine Coxa*, dafür aber zwei *Trochanter* und hinter dem „Knie" bleibt die *Tibia* unabhängig bestehen. Bei den *Mysidae* [3]), auf deren nahe Verwandtschaft mit den *Isopoda* schon *Boas* [4]) hinwies, wird das „Knie", zum Unterschied von *Hansen*, ganz an das Distalende zwischen das vorletzte und letzte Glied (sekundär gegliedert) verlegt und auf diese Weise besitzen dieselben *zwei Trochanter* und *zwei Femur*, dafür bilden alle hinter dem „Knie" gelegenen Teile des Fusses *(Tibia, Tursus I u. II)* überhaupt nur ein Glied.

Wenn wir auf diese Weise überall die Identität des „Knies" zugeben, so müssen wir anerkennen, dass unter den *Malacostraca* wenigstens drei selbständige Typen von siebengliedrigen Extremitäten existieren, eine so unwahrscheinliche Schlussfolgerung, dass sie die Richtigkeit der ihr zugrunde liegenden Voraussetzungen stark in Zweifel zieht.

Doch dies ist noch nicht alles. Wenn wir uns streng an dieses Prinzip halten, so lassen sich sogar unter den *Isopoden* zwei ver-

---

[1]) *Börner*. 1903, pp. 317—318.

[2]) Ibid. p. 323 u. Taf. auf p. 337.

[3]) Ibid. p. 322.

[4]) *Boas*. 1883, p. 545.

schiedene Extremitätentypen konstatieren. So befindet sich, wie schon *Boas* [1]) nachwies, das Kniegelenk bei *Idothea* nicht zwischen dem fünften und sechsten Gliede wie bei den meisten *Isopoda*, sondern zwischen dem letzteren und dem siebenten. Unter den *Amphipoden* sind die Greiffüsse bei *Caprella* ähnlich gebaut, ja bei unserer Wasserassel existieren sogar gleichzeitig beide Typen, da die Vorderbeine bei derselben anders gebaut sind als die hinteren; in der Tat ist hier das dem Knie der anderen Füsse entsprechende Gelenk, wie wir gesehen haben, völlig verschwunden, dafür hat das dem Distalende am meisten genäherte eine höchste Beweglichkeit erlangt.

Allerdingst wagt es *Börner* [2]) nicht eine ähnliche Behauptung aufzustellen und giebt zu, dass bisweilen unter dem Einfluss eines Funktionswechsels das „ursprüngliche Knie“ verschwinden und durch ein anderes, analoges ersetzt werden kann. Doch kann das „Knie“ einmal bei nahe verwandten Formen an verschiedenen Stellen auftreten, kann dies sogar bei ein und demselben Tier an den verschiedenen Extremitäten vorkommen, wie kann man sich dann des obigen Prinzips zur Feststellung der Homologie der Teile der Extremitäten unter allen Arthropodengruppen bedienen, wie dies *Börner* und z. T. *Hansen* tun?!

Bei der ungeheuren Verschiedenartigkeit, durch die sich die Bildung der einzelnen Glieder der Crustaceenextremitäten auszeichnet, bei den existierenden Unterschieden in der Angliederung der letzteren an den Körper, in Gestaltung und Funktion, ist es durchaus natürlich, dass das „Kniegelenk“ dort zur Ausbildung gelangt, wo dies vom Standpunkt der Anpassung an die umgebenden Bedingungen am zweckmässigsten erscheint. Die Ausbildung des Kniegelenkes ist eine zweifellos sekundäre Erscheinung und kann als solche nicht als Ausgangspunkt bei der Vergleichung der einzelnen Glieder der Extremitäten bei den verschiedenen Crustaceengruppen miteinander dienen.

Doch gleichzeitig fallen damit auch die Einwände *gegen* die Homologisierung der sieben Glieder der *Isopoden*extremität mit denen der *Decapoda* weg, und da *zu Gunsten* einer solchen Homologisie-

---

[1]) *Boas*. 1883, p. 517.
[2]) *Börner*. 1903, p. 324.

rung die zweifellos vorhandenen Verwandtschaftbeziehungen zwischen diesen beiden Ordnungen sprechen, so hielt ich mich für berechtigt die Glieder der Beine von *Asellus* durch dieselben Namen zu bezeichnen, die denselben bei den Decapoden beigelegt worden sind.

Was nun die Anzahl der Glieder in den Füssen von *Asellus* anbetrifft, so begegnen wir hier von neuem einer Reihe von einander widersprechenden Daten, die sich jedoch leicht wieder in Einklang bringen lassen. *Sars* [1]) zählt in der Extremität der Wasserassel überhaupt nur fünf, oder, wenn wir ihnen noch das von ihm als „Endklaue" (Griffe terminale) bezeichnete, in Wirklichkeit also den Dactylopodit hinzurechnen, sechs Glieder.

Hansen dagegen rechnet, und dieser Meinung schliesst sich *Börner* [2]) völlig an, wie wir gesehen haben, bei den *Isopoda* normal acht Glieder, wobei er als achtes Glied den klauenartigen Stachel, der sich am Ende des Dactylopoditen (Taf. I, Fig. 5. *g.*) sitzt, ansieht. Worauf eine solche Auffassung beruht, lässt sich aus der kurzen Arbeit des dänischen Forschers nicht erkennen. Wahrscheinlich basiert sie wohl darauf, dass dieser Stachel von dem Fuss durch einen sehr feinen Ring dünnen Chitins getrennt ist, was dieser Stelle das Aussehen eines Gelenkes verleiht. De facto ist jedoch hier nicht die geringste Spur eines wirklichen Gelenkes vorhanden und, soweit ich mich davon überzeugen konnte, ist diese Klaue nicht einmal irgend wie beweglich. Ausserdem lässt das völlige Fehlen selbst einer rudimentären zu diesem „achten" Gliede gehörenden Muskulatur seine Existenz selbst höchst fraglich erscheinen. Uebrigens hat die eine oder andere Lösung dieser Frage weiter keine wesentliche Bedeutung zur Aufklärung der Homologie der Extremitätenglieder, da wir bei vielen anderen Krebstieren keiner Spur einer ähnlichen Bildung begegnen.

Ein bedeutend grösseres Interesse haben die Resultate, zu denen wir durch das Studium des ersten Gliedes oder Coxopoditen gelangen. Wie aus der Arbeit *Sars'* ersichtlich, hat dieser Autor dessen Selbständigkeit bei *Asellus* gänzlich übersehen, weshalb er auch im Fuss der Wasserassel nur sechs Glieder erkennt.

Der erste, der auf diesen Fehler hinwies, war *Boas* [3]), dem wir.

---

[1]) *Sars.* 1867, p. 100.
[2]) *Börner.* 1903, p. 322.
[3]) *Boas.* 1883, p. 510.

ebenso wie *Hansen* [1]), ausserordentlich interessante Reflexionen über den Bau dieses Gliedes bei den *Isopoda* verdanken.

Wie wir oben gesehen haben, sind die Coxopoditen der sechs hinteren Beinpaare (der Schreitfüsse) von *Asellus* ganz frei, während sie am vorderen Paar unbeweglich mit den Nachbarteilen des Sternits verwachsen sind, trotzdem die Spuren dieser Verwachsung deutlich erkennbar sind.

Bei *Ligia*, *Idothea*, *Sphaeroma* u. a. m. begegnen wir gewissermassen dem weiteren Verlauf dieses Prozesses. Während an den seehs hinteren Beinpaaren die Coxopoditen ihre Beweglichkeit zwar eingebüsst haben, sich aber doch noch deutlich vom Thorax in Gestalt der sog. „*Epimera*“ abheben, sind die vorderen Füsse in diesem Prozess noch weiter vorgeschritten. Hier sind die Coxopoditen gewissermassen ganz verloren gegangen und nur der Vergleich mit den übrigen Extremitäten lehrt uns, dass sie nicht etwa reduziert, sondern einfach völlig mit den Nachbarteilen des ersten Brustsegments verschmolzen sind.

Bei den *Oniscidae* endlich und den terrestren *Isopoden* überhaupt erreicht diese Verschmelzung ihr Maximum. Die Coxopoditen ihrer Beine haben ihre Selbständigkeit völlig eingebüsst und erscheinen infolgedessen deutlich sechsgliedrig. Doch abgesehen von den eben besprochenen Daten bestätigen das Vorhandensein eines solchen verschmolzenen Coxopoditen noch folgende Tatsachen.

Wie wir gesehen haben, nehmen bei *Asellus* die Brutplatten der Weibchen an der Innenseite des Coxopoditen ihren Ursprung. Diese Beziehungen sind bei den Isopoden stets vorhanden, wenn das erste Glied vom Körper unabhängig ist. Doch schon am vorderen Brustsegment von *Asellus*, wo der Coxopodit seine Selbständigkeit verloren hat, scheint die Brutplatte auf den ersten Blick vom Sternit selbst abzugehen und nur die eingehendere Betrachtung lässt uns erkennen, dass die die Beziehungen zu dem noch deutlich unterscheidbaren Coxopodit dieselben geblieben sind.

Bei den terrestren *Isopoden* dagegen entspringen, wie wir dies richtig bei *Gerstaecker* [2]) abgebildet finden und später eingehend von *Friedrich* [3]) beschrieben und dargestellt wurde, die Brutplat-

---

[1]) *Hansen*. 1893, pp. 203—204.

[2]) *Gerstaecker*. 1883, Taf. XIII, Fig. 6 u. 7.

[3]) *Friedrich*. 1883. p, 470, Fig. 12.

ten nicht von den Beinen, sondern vom Sternit selbst an der Basis der letzteren. Die gegenseitigen Beziehungen der Teile zueinander sind hier folglich dieselben wie im ersten Brustsegment von Asellus, d. h. Coxopodit ist mit dem Sternit verschmolzen und die Brustplatten gehen von den Teilen des letzteren ab, die genetisch noch dem ersten Beinglied angehören.

Eine andere Tatsache, die die oben erwähnten Schlussfolgerungen bestätigt, ist der Umstand, dass das Gelenk zwischen dem ersten *freien* Gliede und dem Rumpf der terrestren Isopoden durchaus dem entspricht, dem wir bei *Asellus* zwischen dem Basi- und Coxopodit begegneten und das überhaupt scheinbar äusserst konstant bei den *Isopoda* auftritt. Die direkt daraus folgende Schlussfolgerung ist die, dass das erste *freie* Glied der terrestren Isopoden der Basipodit ist, während der Coxopodit mit den umliegenden Teilen des Brustsegmentes verschmolzen ist.

Doch wird das noch nicht das einzige, wodurch die Beine am Aufbau der lateralen Teile der Brustsegmente bei den Isopoden teilnehmen.

Beim Studium der Entwickelungsgeschichte gewisser Isopoden, besonders der von *Oniscus murarius*, hat *Nussbaum* [1]) zuerst nachgewiesen, dass die Thorakalfüsse in Gestalt von zweiästigen Keimen zur Anlage kommen, die sich weiterhin in den zweigliedrigen Protopodit *(Huxley)*, den fünfgliedrigen Endopodit und einen rudimentären Exopodit entwickeln. Doch ausser diesen interessanten Daten, haben uns seine Untersuchungen noch folgende bemerkenswerte Tatsache kennen gelehrt.

Schon während sehr früher Entwickelungsstadien der Beine kommt es an deren Basis zur Anlage von Gewebsdistrikten, die später eine gewisse Rolle bei der Bildung der Lateralteile des Sterniten spielen. Diese Gewebsdistrikte stehen mit dem ersten Gliede des Beines im Zusammenhange und bilden zweifellos Teile desselben. Auf diese Weise gelang es *Nussbaum* nachzuweisen, dass wenigstens bei gewissen Isopoden ein besonderer Beinabschnitt existiert, der mit dem ersten Gliede im Zusammenhang steht und schon äusserst früh mit den umliegenden Teilen des Brustskelets verschmilzt. Der Autor selbst hält denselben, wenn auch mit grosser Reservation, für das Homologon des Epipoditen.

---

[1]) *Nussbaum*. 1891 (2), p. 354—356.

Doch die folgenden Untersuchungen lassen diese Frage in etwas anderem Lichte erscheinen. Schon im Jahre 1883 wies *Boas* [1]), nach, dass sich bei den *Squillidae*, dieser eigentümlichen Gruppe der *Thoracostraca*, neben einer ganzen Reihe von ausserordentlich veränderten Merkmalen, gewisse primitive Züge erhalten haben; so haben die gespaltenen Schwimmfüsse nicht einen zwei- sondern einen dreigliedrigen Propodit. Um diese Tatsache mit dem damals angenommenen Schema des zweigliedrigen Propoditen in Einklang zu bringen, musste der Autor zu einer so wenig wahrscheinlichen, wie er selbst zugiebt, Erklärung seine Zuflucht nehmen, wie dass das dritte Glied des Propoditen durch Verschmelzung der Basalglieder des Exo- und Endopoditen entstanden sei.

Hansen [2]) sah jedoch diese Frage von einem anderen Standpunkte aus an. Trotz der Kürze und Gedrängtheit seiner Arbeit, führt er in derselben doch genügend Argumente und Beispiele an, die den verschiedensten Gruppen der Crustaceen entnommen sind, um seine Schlussfolgerung zu bekräftigen, die in folgenden Worten zum Ausdruck kommt: „es folgt, dass man drei Glieder im Stamm von allen gespaltenen Gliedmassen bei den Crustaceen als ein primäres Verhältnis annehmen muss“. Später gelangte *Jaeckel* [3]) bei der Untersuchung der Extremitäten der Trilobiten, dieser ältesten Crustaceengruppe, zu demselben Resultat, dass der Propodit bei ihnen ein dreigliedriger gewesen sei, während *Börner* [4]), der im Grunde genommen nichts neues zu der Argumentierung *Hansens* hinzufügte, dem proximalsten Glied des Crustaceenfusses des Namen „*subcoxa*“ beilegte.

Auf diese Weise finden die Befunde *Nussbaums* eine andere, glaubwürdigere Erklärung. Der von ihm beschriebene Beinabschnitt, der proximal vom Coxopodit gelegen ist und an der Bildung der Lateralteile des Sternits Anteil nimmt, ist die *Subcoxa*—das erste Glied des Protopoditen, welches bei den Isopoden niemals als freies Glied existiert. Gleichzeitig dienen diese Befunde als neue wichtige Bestätigung der obenbesprochenen Theorie *Hansens* und gewinnen da-

---

1) *Boas*. 1883, p. 515.
2) *Hansen*. 1893, p. 198.
3) *Jaeckel*. 1901, p. 138.
4) *Börner*. 1903, p. 318—319.

durch eine tiefere und weittragendere Bedeutung. Es ist die Möglichkeit geboten dieselben auf alle Isopoden zu verallgemeinern, unter anderem also auch auf *Asellus*, und das eingehendere Studium der Entwickelungsgeschichte wird wahrscheinlich das Vorhandensein auch bei ihm im Embryonalzustande der *Subcoxae*, die späterhin Teile der Lateralabschnitte der Brustsegmente bilden, nachweisen.

Das Abdomen *(s. Pleon)*.

Der Bau des Abdomens ist lange kein so einförmiger wie der der Brust. Dort begegneten wir einer Reihe von nach einem gemeinsamen Plan organisierten und von einander völlig unabhängigen Segmenten; hier sind die Segmente ausserordentlich verschieden gestaltet, sowohl in Bezug auf ihre Form, als auch auf die zu ihnen gehörenden Extremitäten, und mehrere von ihnen verschmelzen gar mit einander zur Bildung des sog. „Abdominalschildes". Dank dem letzteren Umstande zerfällt das Abdomen ziemlich scharf in zwei Abschnitte, von denen der vordere durch zwei frei bleibende Segmente, der hintere aus den übrigen, miteinander verschmolzenen, gebildet wird. In Anbetracht der eben erwähnten Verschiedenheiten im Bau und Gliederung des Abdomens, lässt sich die Beschreiboug nicht nach demselben Plan wie die der Brust durchführen, sondern wir werden ein jedes Segment mit all'seinen Teilen mehr oder weniger unabhängig voneinander betrachten müssen.

Die beiden ersten Abdominalsegmente werden durch ein Paar schmaler und feiner Chitinspangen repraesentiert. Sie stehen zu einander in innigster Beziehung und sind am ganzen Tier kaum unter dem vorgeschobenen Rande des letzten Brustsegmentes sichtbar.

Ihre Gestalt ist eine nahezu regelmässige Ringform, da die den Brustsegmenten eigene dorso-ventrale Abplattung an ihnen kaum merklich ist. Dies findet seine Erklärung darin, dass die „Lateralteile", die der Brust ihr charakteristisches Gepräge verleihen, an den in Rede stehenden Segmenten gar nicht zur Ausbildung gelangen, weshalb der Körper von *Asellus* an dieser Stelle von oben bedeutend verschmälert erscheint und gewissermassen eine Einschnürung besitzt.

So einfach und einförmig der Bau der eben besprochenen zwei Abdominalsegmenten ist, so kompliziert und verschiedenartig sind die zu ihnen gehörenden Extremitäten konstruiert. Beide diese Segmente dienen als Anheftungspunkte für Anhängen, die sich aus ausserordentlich verwandelten Extremitäten herausgebildet haben und in mehr oder weniger enger Beziehung zu der Geschlechtstätigkeit des Tieres stehen. Daher besitzen sie bei jedem Geschlecht ihre besondere Organisation und weisen nur ganz teilweise einige gemeinsame Züge auf. Doch haben sich diese Extremitäten bis zu einem solchen Grade infolge der Anpassung an ihre speziellen Funktionen umgewandelt, dass es schwer fällt sich über ihre Bedeutung klar zu werden und erst die Kenntnis des Baues der übrigen Gliedmassen des Abdomens giebt uns einige Hinweise zu ihrem Verständnis. Wir werden deshalb noch später auf dieselben näher zu sprechen kommen, nachdem wir die übrigen Segmente des Abdomens und die zu ihnen gehörenden Extremitäten kennen gelernt haben werden.

Die übrigen Segmente des Abdomens sind, wie darauf schon weiter oben hingewiesen wurde, miteinander völlig zur Bildung des sog. Bauchschildes verschmolzen (Taf. I, Fig. 10). Im allgemeinen hat dieses Schild eine ziemlich regelmässige siebeneckige Gestalt, wobei sich dasselbe vorn den vorderen Abdominalsegmenten anschliesst, während der gegenüberliegende Winkel nach hinten gerichtet ist. Die Breite dieses Schildes gleicht ungefähr der des siebenten Brustsegmentes und am ganzen Tier scheint dasselbe gewissermassen den auf die Brustsegmente folgenden Körperabschnitt zu bilden, da die vor demselben liegenden zwei Abdominalsegmente, wie schon erwähnt wurde, am ganzen Tier so gut wie gar nicht sichtbar sind.

Von oben ist beinahe das ganze Schild von ebensolchen kurzen Härchen wie die, die wir an sämtlichen Tergiten der Brust antrafen, bedeckt. An den Seiten dagegen sitzt eine ziemlich dichte Reihe allerdings nicht sehr grosser Stacheln, die mehr oder weniger nach hinten gerichtet sind; nur die drei vorderen Seiten des Siebenecks besitzen keine solchen. Oben zieht sich, an den Winkeln, wo die marginalen Stacheln beginnen, ihren Anfang nehmend, quer über das ganze Schild eine etwas nach vorne ausgebogene Linie und noch weiter nach vorn erkennt man eine zweite ebensolche, der ersteren parallele, die mit ihrer Mitte beinahe den Vorderrand des Schildes berührt.

Diese beiden Linien begrenzen eine ebensolche Gelenkfläche am Bauchshilde, wie sie für die Brustsegmente beschrieben wurden, und ebenso wie dort ist auch hier die Oberfläche zwischen den beiden Linien völlig haarlos. Besonders bemerkenswert ist jedoch der Umstand, dass diese Fläche zur Gelenkung nicht des unmittelbar davor liegenden zweiten Abdominalsegmentes, sondern des Hinterrandes des siebenten Brustsegmentes, welches sich am lebenden Tier über das Abdominalschild schiebt, dient. Ausser diesen Linien lassen sich oben keinerlei Eigentümlichkeiten erkennen und die Verschmelzung der einzelnen Segmenten unter einander ist eine so vollständige, dass jegliche Spur dieses Prozesses völlig verloren gegangen ist.

An den Rändern biegt sich die Rückenseite des Schildes nach unten und geht auf die Bauchseite über, unten ein Paar ziemlich breiter Platten längs der lateralen Ränder bildend (*l. pl.*).

Mit diesen lateralen Platten hängt am Vorderende des Abdomens ein ziemlich kompliziertes System von Querbalken aus Chitin zusammen, die den stark umgewandelten Sternalabschnitt derjenigen Segmente darstellen, die den Hauptteil des Schildes bilden. Diese Querbalken begrenzen drei Paar Öffnungen, die zur Angliederung von ebenso viel Paaren von Abdominalextremitäten dienen, welche die Rolle von Kiemen mit deren Deckeln spielen. Infolgedessen können wir die besagten Querbalken als Reste dreier Sternalplatten auffassen, die jedoch bis zu einem solchen Grade miteinander verschmolzen sind, dass jede Spur einer Grenze zwischen den einzelnen Bestandteilen völlig verschwunden ist.

Den ganzen Komplex dieser Sterniten kann mann sich als drei Querplatten vorstellen (*tr. a.*, *tr. m.*, *tr. p.*), von denen die mittlere (*tr. m.*) die massivste ist, während die hintere (*tr. p.*) und feinste sich an den Enden gabelförmig teilt (*rm. a.*, *rm. p.*). Längs der Mittellinie stehen alle drei Platten miteinander durch mehr oder weniger breite Brücken im Zusammenhang, während sich ihre Enden an die lateralen Platten (*l. pl.*) des Schildes anheften und so die oben erwähnten drei Paare von Öffnungen begrenzen (f^1, f^2, f^3).

Die vordere Platte (*tr. a*), und der vordere Teil der mittleren (*tr. m.*) werden folglich dem ersten Sternit, der hintere Teil der mittleren Platte und der grösste Teil der dritten (*tr. p.*) — dem zweiten entsprechen, während die Gabelung der letzteren (*rm. a.*,

rm. p.) hauptsächlich dem dritten Sternit angehören wird. Vom Hinterrande des letzten Querbalkens ziehen sich zwei ausserordentlich feine Chitinmembranen (*lm.*) nach hinten, die sich längs den von der obenerwähnten Umbiegung (*l. pl.*) der Rückenplatte gebildetem Aussenrändern des Schildes anheften.

Diese Membranen lassen von unten den ganzen mittleren Teil des Abdomens frei und das die inneren Organe hier von dem äusseren Medium trennende Epithel ist chitinlos. Doch wird beim lebenden Tier gerade diese Stelle von unten durch eine ganze Reihe von Kiemenplättchen bedeckt, die ihrerseits von aussen durch den Kiemendeckel (*Operculum*) geschützt sind, so dass das Fehlen des Chitins an diesem Punkt darin seine Erklärung findet, dass derselbe so wie so einen starken Schutz vor allen ungünstigen Einflüssen des äusseren Mediums besitzt. Diese Membranen lassen sich wahrscheinlich gleichfalls als Teile des dritten Sterniten ansehen.

Was die Extremitäten (*Pleopoda*), die zu diesem Abschnitt des Abdomens gehören, anbetrifft, so sind sie alle mehr oder weniger der Athmungsfunktion angepasst. In normaler Stellung liegen sie fast horizontal nach hinten gerichtet. Fig. 11 (Taf. I) stellt die linke Extremität des vorderen Paares von hinten gesehen dar. Man kann erkennen, dass die ganze Extremität deutlich in drei Abshnitte zerfällt: den Basalteil und die zwei von demselben abgehenden Aeste. Zweifellos lässt sich die Basis als Protopodit (*ptp.*), die beiden Aeste als Endo- und Exopodit (*enp.*, *exp.*) betrachten.

Der Protopodit stellt ein ungegliedertes, beinahe kuppelförmiges Gebilde dar; seine Höhlung steht durch die linke der eben beschriebenen vorderen Öffnungen (Taf. I, Fig. 10, f^1) im Sternalabschnitt des Abdominalschildes mit der allgemeinen Leibeshöhle in Verbindung. Die Chitinwandungen dieses Gliedes zeigen mehrere aus massiverem Chitin bestehende Distrikte und am Gipfel ist dasselbe von zwei, ins Innere des Exo- und Endopoditen führende Öffnungen durchbohrt.

Die beiden Aeste sind dagegen stark von vorn nach hinten (in normaler Lage—in dorso-ventraler Richtung) abgeplattet, so dass ihre Höhlungen nur die Gestalt von Spalten besitzen.

Der Exopodit (*exp.*) hat das Aussehen einer langgestreckten, ungefähr viereckigen Platte mit stark abgerundeten Ecken. Eine deutlich erkennbare, etwas schräg verlaufende Querfurche (*st.*) teilt

die ganze Oberfläche der Platte in zwei fast gleiche Teile und weist auf die ursprüngliche Gliederung des Exopoditen hin. Der innere und ein Teil des proximalen Randes desselben ist nackt, während die anderen von mehr oder weniger langen zum Teil federartig bewimperten Haaren bedeckt sind. Diese Haaren sind am inneren distalen Winkel am längsten und nehmen von hier allmählich an Länge ab.

Die Wandungen des Exopoditen bestehen aus ziemlich festem Chitin, aus viel festerem als in allen übrigen an die Athmungsfunktion angepassten Abdominalextremitäten.

Der *Endopodit* (*enp.*) der ersten Kiemenextremität sitzt etwas näher als der Exopodit zur Mittellinie des Körpers dem Protopodit auf. Seine Länge ist zwar nur wenig geringer als die des Exopoditen, doch ist er schmäler, so dass seine Gestalt viel langgestreckter erscheint, und der Teil, mit dem derselbe dem Protopoditen aufsitzt, ist zudem noch in einen Stiel (*pd.*) ausgezogen.

In natürlicher Stellung wird der Endopodit von der inneren (der Mittellinie des Körpers näheren) Hälfte des Exopoditen verdeckt. Wenn wir den Bau der in Rede stehenden Organe nur an in Kalilauge ausgekochten Objekten studieren wollten, so könnte die Existenz des Endopoditen leicht übersehen werden. Nur die Basis, der Stiel (*pd.*) desselben ist nämlich von sehr feinem Chitin bedeckt, während der ganze übrige Teil des Plättchens *völlig chitinlos* ist und das äussere Integument aus nacktem Epithel besteht. Infolgedessen stellt der Endopodit an ausgekochten Exemplaren nur ein kleines trichterförmiges Gebilde, das dem Protopodit aufsitzt und sowohl mit dem letzteren, als auch mit dem äusseren Medium in offener Verbindung steht, dar. Wir haben es hier mit einer ausserordentlich seltenen Erscheinung, nämlich wenn eine völlig ausgebildete und funktionierende Arthropodenextremität unter dem Einflusse einer speziellen Anpassung völlig seines Chitinskelets verlustig geht, zu tun.

Die beiden anderen Paare der Kiemenextremitäten sind in den allgemeinen Charakteren völlig mit dem eben beschriebenen ersten Paar identisch, obwohl sich in den Details gewisse ziemlich wesentliche Abweichungen erkennen lassen.

Alle bestehen aus denselben drei Abschnitten, nämlich aus dem Protopodit und dem demselben aufsitzenden Endo- und Exopodit; alle diese Teile weisen dieselbe Konfiguration auf wie die

für das erste Paar beschriebene, d. h. der Protopodit hat eine kuppelförmige, der Endo- und Exopodit plattenförmige Gestalt, wobei die Form der letzteren wiederum bei allen die gleiche ist. Ebenso wie im ersten Paar zeigt auch hier der Endopodit dieselbe merkwürdige Eigenart, d. h. nur seine Basis, in Form eines Trichters, ist chitinös, während der ganze übrige Teil des Plättchens völlig eines äusseren Skelets entbehrt.

Dafür weisen die Exopoditen eine ganze Reihe von charakteristischen Abweichungen auf. Vor allen Dingen ist ihr Chitin viel feiner, als dies im ersten Paar der Fall war, und ist ausserordentlich durchsichtig und zart. Ausserdem lässt sich an ihnen keine Spur einer früheren Gliederung erkennen, worauf am ersten Paar deutlich das Vorhandensein der Querfurche hinwies [1]). Das Wichtigste ist jedoch, dass das Chitin an ihnen nicht die ganze Oberfläche überzieht, sondern nur die proximale Hälfte bedeckt und sich von hier aus in Gestalt zweier schmaler Rinnen längs dem Innen- und Aussenrande bis zu den entsprechenden distalen Ecken hinzieht. Im allgemeinen lässt sich die Chitinhülle des Exopoditen irgend eines der beiden hinteren Kiemenextremitätenpaare wie ein Exopodit des ersten Paares ansehen, dessen Distalende einen tiefen V-förmigen Ausschnitt, der ungefähr bis zur Hälfte seiner Länge heranreicht und deren Enden sich an die beiden hinteren (distalen) Winkel stützen, besitzt. *Kimus* [2]) machte schon auf diesen, zwischen dem Basalteil (*partie protectrice*) des Exopoditen der beiden hinteren Abdominalfusspaare und dem Distalteil (*partie branchiale*) bestehenden Unterschied, aufmerksam. Doch erwähnt er nicht der bemerkenswerten Tatsache, dass das Chitin in diesem letzteren Teil *völlig verloren gegangen ist* und das einschichtige Epithel hier unmittelbar mit dem äusseren Medium in Berührung kommt.

Ausser den bereits erwähnten Eigenarten ist noch darauf hinzuweisen, dass die Anzahl der Randhaare stark abnimmt und dass dieselben nur den Basalteil des Aussenrandes einnehmen, während die bewimperten Haare ganz verschwinden. Ueberhaupt sind die Dimensionen der Exopoditen der beiden letzten Paare der Kiemen-

---

[1]) Nur eine leichte Einsenkung am Aussenrande des zweiten Extremitätenpaares bezeichnet die Stelle dieser Furche.

[2]) *Kimus*. 1892, p. 47.

füsse viel geringer als die des ersten, während die Endopoditen fast aller Paare gleich gross sind, wodurch der Unterschied zwischen den beiden Aesten des zweiten und dritten Paares lange kein so auffallender ist wie der im vorderen.

Das letzte Segment, welches zusammen mit den eben besprochenen an der Bildung des Abdominalschildes von *Asellus* Anteil nimmt, liegt ganz am Ende desselben und bildet mit seinen zugespitzten Tergiten den hinteren Vorsprung desselben (Taf. I, Fig. 10, *tl.*). Dasselbe besitzt einen deutlich ausgebildeten Sternit und ein Paar in Schwanzgabeln (*Uropoda*) umgewandelter Extremitäten. Der ziemlich breite Sternit (*str*[7].) ist hinten gerade abgeschnitten und besitzt an seinem Vorderrande in der Mitte einen gerundeten Vorsprung, der sich den Enden der Kiemendeckel anschliesst (den Exopoditen des ersten Kiemenfusspaares) und auf diese Weise die Schutzvorrichtungen des Athmungsapparates vervollständigt. Längs des Hinterrandes desselben sitzt eine Reihe von kleinen Härchen, die nur in der Nähe der Mittellinie stärker und länger werden und dadurch etwas an Stacheln erinnern.

Zwischen diesem Rande des Sterniten und dem Ende des Tergiten spannt sich eine ziemlich feine Chitinmembran aus, welche die Höhlung des letzten Segmentes abschliesst (*t. p.*). Da der Tergit ziemlich weit über den Sternit hervorragt, so wird diese „Schlussplatte“, wie wir sie im Weiteren bezeichnen wollen, keine gerade dorsoventrale, sondern eine schräge, nach unten und etwas nach hinten gerichtete Stellung annehmen. In der Mitte wird dieselbe von der spaltförmigen Afteröffnung (*an*) durchbohrt, um welche das Chitin ein ganzes System komplizierter, doch durchaus symmetrischer Falten bildet. An den Rändern dieser Öffnung biegt das Chitin um und setzt sich unmittelbar in die innere Chitinbekleidung des Enddarmes fort.

Die diesem Abdominalsegment angehörenden Extremitäten werden als *Uropoden* bezeichnet und bestehen aus je drei Abschnitten: dem basalen Protopodit und zwei Aesten—dem Exo- und Endopodit. Die Länge eines jeden Uropods übertrifft die des Abdominalschildes nur wenig, wobei die des Basalteiles nur ein Drittel der ganzen Länge ausmacht, während zwei Drittel auf die Aeste kommen.

Der Protopodit verbreitert sich etwas zu seinem Distalende hin, wo sich ihm der Exo- und Endopodit angliedern. Diese letzteren

sind annähernd gleich lang und zeigen ebenso wie der Protopodit einen beinahe kreisrunden Querschnitt. Alle drei Glieder sind mit ziemlich langen und starken Stacheln besetzt, die besonders dicht an den Distalenden sowohl des Protopoditen, als auch der beiden Aeste sitzen. An denselben Aesten sitzen ganze Büschel von langen und feinen Härchen, und die Endopoditen besitzen ausser diesen einfachen Härchen noch zwischen denselben sitzende kürzere Wimperhaare mit nur zwei bis drei Wimpern.

Die Angliederungsstellen der Uropoden an das betreffende Abdominalsegment ist weit nach rückwärts verschoben. Dieselben befinden sich schon nicht mehr auf dem Sternit, sondern an der „Schlussplatte“ und zwar an den Ecken, wo der Tergit mit dem Sternit zusammenstösst. Hier liegen die runden, zur Angliederung der Protopoditen dieser Extremitäten dienenden Oeffnungen und die Gelenkung selbst findet genau auf die für das Gelenk zwischen Coxo- und Basipodit beschriebene Weise statt.

Ebenso wie dort ragt auch hier ein von der Wandung abgehender Schaft ins Innere der Gelenköffnungen hinein und um denselben dreht sich wie um eine Achse das Glied, dessen Gelenkteil einen Ausschnitt zur teilweisen Aufnahme dieses Schaftes besitzt. Letzterer zeigt eine vertikale Richtung von unten nach oben und folglich kann die von ihm gestattete Bewegung hauptsächlich nur in der horizontalen Ebene ausgeführt werden. Das Gelenk zwischen dem Protopodit und dem Endo- und Exopodit ist im Gegenteil so konstruiert, dass die letzteren nur in einer ungefähr in einem Winkel von 45° zum Horizont geneigten Ebene Bewegungen ausführen können. Dabei ist der Endopodit überhaupt wenig bewegungsfähig, so dass seine Achse mit der des Protopoditen zusammenfällt, während der Exopodit sich bedeutend nach der Seite hin wegbiegen kann und seine Achse einen bedeutenden Winkel mit dem des Protopoditen bildet.

Sowohl der Bau, als auch die Stellung der Uropoden lassen keinerlei Zweifel in Bezug auf ihre Bedeutung als Tastorgane, besonders dann wenn sich das Tier nach rückwäits bewegt, aufkommen. Auf diese Rolle deutet auch das Vorhandensein von ausserordentlich langen Tasthaaren an den Spitzen der Aeste und ausserdem von Wimperhaaren an den Endopoditen hin. Dabei spreizt der lebende *Asellus* gewöhnlich die Protopoditen stark auseinander

und biegt die Exopoditen nach oben und aussen um auf diese Weise nach Möglichkeit die im Bereich der Uropoden befindliche Fläche zu vergrösseren.

Kehren wir nun zu den Anhängen der ersten zwei Abdominalsegmente zurück. Das erste Paar schliesst sich sowohl ihren Funktionen, als auch zum Teil ihrem Bau nach den schon besprochenen Pleopoden an. Allerdings treten beim Männchen gewisse, mit den Geschlechtsfunktionen im Zusammenhange stehende Komplikationen hinzu, doch beim Weibchen sind sie einfacher und typischer gebaut und es scheint mir daher geboten mit der Beschreibung von den letzteren zu beginnen (Taf. I, Fig. 12).

Die Ventralseite des ersten Abdominalsegments des Weibchens weist ein Paar kleiner, nach hinten gerichteter Höcker (*tb.*) auf. An der Basis derselben liegen die in Rede stehenden Extremitäten. Die letzteren zeigen im allgemeinen das Aussehen einer ziemlich regelmässigen runden Scheibe, die ihrer allgemeinen Konfiguration nach an einen gewöhnlichen, nicht zusammenklappbaren Fächer erinnert, so dass ich dieselben weiterhin als „Fächerplatten" bezeichnen werde.

An ihrer Basis, in der Nähe ihrer Angliederungsstelle an das Abdominalsegment macht sich ein kleiner Auswuchs oder Höcker (*ptp.*) bemerkbar, während ihr Aussenrand von einer Reihe aus siebzehn langen und ausserordentlich charakteristischen gefiederten Haaren besetzt ist.

An sehr vielen Praeparaten liessen sich von der Basis dieser Härchen in das spaltförmige Innere der Platte hineinragende ausserordentlich feine und zarte an ihren Enden offene Röhrchen (*tn*) beobachten. Diese auf den ersten Blick rätselhafte Gebilde sind nichts anderes als die neue Generation der sich für den folgenden Häutungsprozess vorbereitenden Härchen. Wie schon *Hensen* [1]) nachwies, findet ihre Anlage stets schon äusserst früh, fast unmittelbar nach Vollziehung der Häutung, statt und an den Fächerplatten von *Asellus* lässt sich dieser ganze von dem deutschen Forscher für die anderer Crustaceen so eingehend geschilderte Prozess mit solcher Leichtigkeit beobachten wie wohl bei keinem einzigen Vertreter dieser Classe.

---

[1]) *Hensen.* 1863, pp. 375—377.

Die Fächerplatte des Männchens (Taf. I, Fig. 13, P^1.) ist etwas anders gebaut als die des Weibchens. Sie befindet sich gleichfalls am ersten freien Abdominalsegment, wie das auch beim letzteren der Fall war, steht mit demselben jedoch nicht so wie dort durch einen ziemlich schmalen Stiel, sondern durch eine verhältnissmässig breite Seite seiner quadratischen Basis im Zusammenhange. Dieser Basalteil (*ptp*^{1}) besitzt relativ feste Chitinwandungen und entspricht morphologisch augenscheinlich dem kleinen Höcker, der für den Basalteil der weiblichen Platte beschrieben wurde. Hier ist derselbe in Gestalt eines *Gliedes* von der übrigen Platte selbständig geworden und trägt an seinem Innenrande vier Zähne, die sich mit den vier korrespondierenden Zähnen der gegenüberliegenden Seite verhacken können. Infolge dieser Einrichtung können beide Fächerplatten des Männchens zusammen ein gewissermassen einheitliches Ganzes bilden.

Am distalen Ende des Basalteiles gliedert sich demselben, näher seinem Aussenrande eine ziemlich grosse Platte, die dem runden Teile der Fächerplatte des Weibchens (*exp*^{1}) entspricht. Diese Platte hat eine ziemlich unregelmässige gestreckte Gestalt, ist an ihrer Basis etwas verschmälert und an ihrem Aussenrande ein wenig ausgeschnitten. Dieselbe ist nur wenig breiter als das Basalglied und sitzt demselben so auf, dass sich an der Innenseite zwischen beiden Gliedern ein tiefer, dreieckiger Ausschnitt (*inc.*) bildet.

Der die Wände dieser Platte bildende Chitin ist viel feiner als an der Basis. Längs des äusseren und distalen Randes sitzt eine Reihe von zum Teil langen Fiederhaaren, zum Teil kurzen borstenförmigen Haaren. Mehrere (vier) ebensolche kurze und feste Haare trägt auch der Innenrand in der Nachbarschaft des oben erwähnten Ausschnittes zwischen der Platte und dem Basalglied.

In normaler Lage beim lebenden *Asellus* sind die Fächerplatten nach hinten und ein wenig nach innen gerichtet, fassen unmittelbar unter den Pleopoden Stellung und sind, ebenso wie die letzteren, in ständiger Bewegung begriffen.

Wenn wir im Allgemeinen die eben beschriebenen Gebilde beim Männchen und Weibchen miteinander vergleichen und sie auch mit den vorderen Pleopoden parallelisieren, so erkennen wir eine gewisse Aehnlichkeit, einen gewissen gemeinsamen Bauplan. Alle besitzen sie ein kleines Basalglied, das in den Pleopoden und den

Fächerplatten der Männchen deutlich ausgebildet ist, während es beim Weibchen rudimentär bleibt, und welches wir infolgedessen als Protopodit ansprechen können. Diesem Protopodit gliedert sich etwas aussen eine Platte aus mehr oder weniger starkem Chitin an, die an ihrem Rande eine Reihe gefiederter Haare trägt. An den Pleopoden war dies zweifellos der Exopodit und alles weist darauf hin, dass wir die Fächerplatte gleichfalls als Exopodit ansehen können. Doch damit ist die Aehnlichkeit erschöpft: vom Endopodit, der so deutlich an den Pleopoden zu Tage tritt, ist hier keine Spur zu erkennen.

Wie schon erwähnt wurde, nehmen alle eben beschriebenen Extremitäten an der Athmungsfunktion Anteil und darin finden die Eigenarten in ihrem Bau hauptsächlich ihre Erklärung. Wenn wir die Ventralseite eines lebenden *Asellus* unter der Lupe in Wasser betrachten, in dem kleine Schlamm- oder Karminpartikelchen suspendiert sind, so tritt die Funktion der eben besprochenen Extremitäten ausserordentlich deutlich zutage.

Dieselben haben eine nahezu horizontale Lage und sind nach hinten gerichtet. Dabei sind die Exopoditen der beiden ersten Pleopoden einander mit ihren Innenrändern dicht genähert und verdecken dank ihrer verhältnissmässig bedeutenden Grösse von der Unterseite sowohl ihre Endopoditen, als auch alle übrigen Pleopoden. Auf diese Weise liegen letztere in einer besonderen „Kiemenhöhle“, die von oben vom Abdominalschild überdacht und von unten von den Exopoditen der ersten Pleopoden verdeckt werden, die folglich die Rolle von „Kiemendeckeln“ spielen, worin die Bezeichnung derselben als „operculum“ ihre Erklärung findet.

Nur die „Fächerplatten“ liegen ausserhalb dieser Kiemenhöhle und sind in stetiger Bewegung um dem Kiemenapparat frisches Wasser zuzuführen. In dieser Tätigkeit sind ihnen die Fiederrhare von besonderem Nutzen, da dieselben ihre Oberfläche um ein bedeutendes erhöhen. *Gerstaecker* [1]) hat deshalb durchaus unrecht, wenn er meint, diese Platten spielen nicht die geringste Rolle im Athmungsprozess.

Die Kiemendeckel führen gleichfalls eine ständige vibrierende Bewegung aus, wobei die Kiemenhöhle bald erweitert, bald verengt

---

[1]) *Gerstaecker*. 1883, p. 87.

wird. Dabei dringt das von den Fächerplatten herangetriebene Wasser in diese Höhle zum Teil von vorn, z. T. von den Seiten ein und wird bei Verengung derselben gewaltsam nach hinten ausgestossen, wo die an den Rändern der Kiemendeckel sitzenden Fiederhaare das Wasser noch weiter treiben. Auf diese Weise ist für ein beständiges Zuströmen von frischem Wasser zum Kiemenapparat gesorgt und der Athmungsprozess kann äusserst intensiv vor sich gehen. Besonders günstig ist dem gleichfalls die obenbesprochenen Eigenarten im Bau der Pleopoden: dieselben konnten, von allen Seiten von mehr oder weniger festen Chitinplatten umgeben, sich selbst vorzüglich für ihre Zwecke spezialisieren, was im völligen Verlust des Chitins seitens sowohl der Endopoditen, als auch der distalen Enden der Exopoditen zum Ausdruck kam, da der Chitin, dank seiner Kompaktheit selbst in sehr dünnen Plättchen, dem Gasaustausch einen bedeutenden Widerstand entgegensetzen muss.

Vom ganzen Abdominalabschnitt von *Asellus* sind jetzt nur noch die Extremitäten des zweiten freien Abdominalsegmentes nicht zur Besprechung gelangt. Diese Extremitäten fehlen dem Weibchen vollständig, während sie beim Männchen im Gegenteil eine sehr eigentümliche und komplizierte Ausbildung erlangen und dadurch deutlich auf ihre zweifellos wichtige Bedeutung im Befruchtungsprozess hindeuten; im Weiteren will ich sie daher als „Geschlechtsplatten“ bezeichnen.

Diese Extremitäten (Taf. I, Fig. 13, P^2.) liegen beim Männchen unmittelbar hinter den Fächerplatten und werden am lebenden Tier völlig von denselben überdeckt. In jeder derselben lassen sich völlig deutlich dieselben drei Teile, aus denen die grösste Mehrzahl aller Abdominalextremitäten besteht, unterscheiden: die Basis bildet der ziemlich grosse Protopodit, dem sich zwei Aeste, der Endo- und Exopodit, angliedern.

Doch wenn der Protopodit (ptp^2) seiner Gestalt nach nichts aussergewöhnliches repräsentiert und an den etwas vergrösserten Protopodit der Fächerplatte des Männchens erinnert, so haben dessen Aeste im Gegenteil einen höchst eigenartigen und complizierten Bau.

Der Exopodit (exp^2) ist seinerseits zweigliedrig. Sein Basalglied ist von geringer Grösse, leicht gekrümmt und ihm sitzt, gewisser-

massen wie an einem Stiel das grössere andere auf. Das letztere ist fast völlig kugelförmig und nur schwach oval und trägt an seiner Hinterseite einen kleinen Vorsprung (*pc*). Der Basis des Exopoditen heften sich zwei lange, mit Muskeln, die im Protopodit liegen, im Zusammenhang stehende Sehnen an und der ganze Endopodit kann dem Exopodit bald genähert, bald von demselben entfernt werden.

Der Endopodit (*enp*²) ist noch eigentümlicher gebaut. Er besteht aus einem einzigen Glied, der ungefähr an einen Hahnenkopf mit Kamm erinnert. In demselben lassen sich der eigentliche Körper mit helmförmig aufgeblähtem Distalende und ein schnabelartiger, der Mittellinie des Körpers zugekehrter und an seiner Basis schwach verdickter Fortsatz (*rst.*) unterscheiden. Vom Endopodit zieht sich ins Innere des Protopoditen eine einem starken Muskel angehörende Sehne. Das Bemerkenswerteste ist aber am Endopodit ein gewöhnlich ins Innere des helmförmigen Teiles eingestülpter Chitinsack (*sc.*), dessen Ausführöffnung an der Vorderwand des Endopoditen liegt. Wie eben bemerkt, ist die normale Lage dieses Sackes innerhalb der Höhlung der helmförmigen Erweiterung, doch kann derselbe augenscheinlich im Zusammenhang mit der Geschlechtstätigkeit nach aussen ausgestülpt werden und die auf Fig. 14, Taf. I wiedergegebene Lage einnehmen.

Der Endopodit selbst entbehrt jeglicher haarförmiger Bildungen. Auch der Protopodit besitzt so gut wie gar keine, da er nur eine kleine Gruppe von Härchen an seinem Innenrande, ungefähr gegenüber dem Ende des schnabelförmigen Fortsatzes des Endopoditen, aufweist.

Etwas stärker behaart ist der Exopodit. An der Aussenseite des Stieles sitzen nur zwei kleine Härchen, dafür sind ihrer viel mehr an der Aussenseite des folgenden grösseren Gliedes, wo sie eine ungefähr radiäre Anordnung zeigen. All' diese Haare sind einfach und nicht besonders lang; näher zum Endopodit sitzt noch eine Reihe aus fünf ebenfalls kleinen, doch an einer Seite mit kurzen Wimpern versehenen Härchen. Diese Härchen berühren meistens den Aussenrand des Endopoditen und sind einander ziemlich parallel.

So eigentümlich dies auch ist, ist es bis jetzt niemandem gelungen genaue Beobachtungen anzustellen, die uns mit Sicherheit

über die Funktionen, welche diese kompliziert gebauten Extremitäten des zweiten Abdominalsegmentes des Männchens ausüben, aufgeklärt hätten. Durch die Befunde *Leichmann's* [1]) ist nur festgestellt worden, dass die Befruchtung, der Voraussetzung *Sars'* [2]) und *Van-Beneden's* [3]) zuwider, keine äusserliche, sondern eine innere ist, was notgedrungen darauf hinweist, dass der eine oder andere Teil des komplizierten Geschlechtapparats zur Uebertragung der Spermatozoen in die Eileiter des Weibchens dienen muss. Wir müssen uns deshalb mit einer mehr oder weniger wahrscheinlichen Erklärung begnügen, die sich auf das Studium des Baues der männlichen Geschlechtsanhänge, deren Beziehungen zu den anderen Organen, ebenso wie auf die Analogie mit einigen nahestehenden Isopoden, bei denen es gelungen ist die Bedeutung ähnlicher Anhänge genauer zu enträtseln, stützt.

Das erste was beim Studium derselben unsere Aufmerksamkeit erregt, ist das Vorkommen dieser Geschlechtsplatten ausschliesslich beim Männchen. Das berechtigt uns zweifellos zu der Annahme, dass dieselben zu der Geschlechtstätigkeit in Beziehung stehen. Die ausserordentlich komplizierte Organisation dieser Anhänge, die ihnen eigene starke Muskulatur, ihre Nähe zu den Ausführgängen der Geschlechtsdrüsen, all'dies berechtigt uns zu der weiteren Schlussfolgerung, dass wir es hier nicht mit einem rudimentären, sondern mit einem hoch spezialisierten Gebilde zu tun haben und dass ihr Zusammenhang mit den Geschlechtsfunktionen ein ausserordentlich inniger sein muss und wahrscheinlich in einer direkten Anteilnahme am Befruchtungsakt selbst besteht. Doch wie kann diese Anteilnahme vor sich gehen?

Um diese Frage zu beantworten müssen wir alle drei Paare von Bildungen, die auf die eine oder andere Weise mit der Geschlechtstätigkeit beim Männchen im Zusammenhang stehen, zusammen betrachten, nämlich die männlichen Anhänge am siebenten Brustsegment (Taf. I, Fig. 4. *gn.*), die Fächerplatten (Taf. I, Fig. 13, P^1) und die Extremitäten des zweiten Abdominalsegmentes (Taf. I, Fig. 13, P^2).

In normaler Lage sind die Anhänge des siebenten Brustsegmen-

---

[1]) *Leichmann.* 1890, p. 716.

[2]) *Sars.* 1867, p. 116.

[3]) *Van-Beneden.* 1869, p. 62.

tes, wie dies deutlich aus der Abbildung hervorgeht, nach hinten, innen und unten gerichtet und stossen mit ihren Spitzen beinahe zusammen. Die anderen Teile (Abdominalextremitäten) liegen fast horizontal und sind nach hinten gerichtet, so dass die Fächerplatten die auf sie folgenden Anhänge des nächsten Segmentes völlig verdecken.

Wenn wir aber beide Paare Extremitäten nach vorn wegbiegen, so offenbart sich ihre Anordnung als ausserordentlich bemerkenswert. Die miteinander durch die Zähnchen ihrer Protopoditen verhakten Fächerplatten bilden dabei gewissermassen eine einzige einheitliche, in der Mitte von einer dreieckigen, durch die obengenannten Ausschnitte zwischen den basalen und distalen Gliedern (Taf. I, Fig. 13, *inc.*) gebildeten Öffnung durchbohrte Platte. Diese Öffnung hat eine solche Lage, dass durch dieselbe gerade die Geschlechtsanhänge des siebenten Brustsegmentes hervorragen, während die Endopoditen des zweiten Paares der Abdominalextremitäten auf diese Weise an die Enden derselben angepresst werden können. Dabei kommen die Öffnungen der Brustanhänge gerade gegenüber den Öffnungen der Chitinsäcke der helmförmigen Erweiterung der „Geschlechtsplatten" zu liegen, da diese Öffnungen sich, wie schon erwähnt, an der Vorderseite der letzteren befinden.

Dies sind die Tatsachen, die bei *Asellus* unmittelbar der Beobachtung zugänglich sind. Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit anderen, demselben mehr oder weniger nahe stehenden Isopodenfamilien, so z. B. den *Oniscidae*, zu, so werden wir finden, dass bei ihnen die Bedeutung aller Anhänge des männlichen Geschlechtsapparates bedeutend eingehender studiert und erkannt ist.

Schöbl [1]) haben wir die erste genaue und ausführliche Beschreibung dieser Organe und deren Funktionen zu verdanken und die Untersuchungen *Friedrich*'s [2]) konnten nur die Richtigkeit seiner Befunde bestätigen. In einem seiner späteren Arbeiten geht *Schöbl* [3]) besonders genau auf diese Frage ein. Er weist darauf hin, dass bei der Begattung beide Eileiter des Weibchens die Samenflüssigkeit gleichzeitig empfangen, was dadurch erzielt wird, dass als Begattungsorgane dem Männchen nicht die kurzen Auswüchse des sie-

---

[1]) *Schöbl.* 1860, p. 317.

[2]) *Friedrich.* 1883.

[3]) *Schöbl.* 1880, pp. 130—131, 180.

benten Brustsegmentes, die früher als *Penis* angesprochen wurden, sondern die stark entwickelten und kompliziert organisierten Extremitäten des zweiten Abdominalsegmentes dienen. Dabei sind während des Begattungsaktes beide Tiere einander mit der Ventralseite zugekehrt.

Ziehen wir nun alle eben besprochenen Beobachtungen über die Wasserassel und die demselben nahestehenden Isopoden in Betracht und suchen wir uns über die Funktionen der einzelnen Teile des komplizierten männlichen Geschlechtsapparates von *Asellus* klar zu werden.

Wie oben schon darauf hingewiesen wurde, befinden sich die Ausführöffnungen der männlichen Geschlechtsdrüsen an den Enden der stielförmigen Anhänge des siebenten Brustsegmentes (Taf. I, Fig. 4. *gn.*). Auf welche Weise findet nun die Uebertragung der Samenflüssigkeit in die Geschlechtsorgane des Weibchens statt? Die eben erwähnten Anhänge sind ihrer Lage nach zweifellos nicht dazu geeignet und *Sars* [1]) sieht dieselben deshalb durchaus falscherweise als Begattungsapparat an. Ihre Enden sind der Mittellinie des Körpers zugekehrt und wie weit wir sie auch künstlich auseinanderschieben wollten, werden sie doch niemals eine solche Lage anzunehmen imstande sein, dass sie gleichzeitig in die Mündungen der weit von einander entfernten, an der Basis des fünften Brustextremitätenpaares liegenden Eileiter eingeführt werden könnten.

Die Beobachtungen *Schöbl's* über die terrestren Isopoden geben uns gewisse Hinweise zum Verständnis dieses Prozesses bei *Asellus*. Wir können uns mit um so grösserer Berechtigung dieser Beobachtungen bedienen, als nicht nur die zwischen den *Oniscidae* und der Wasserassel bestehenden engen Verwandschaftsbeziehungen viel mehr *für* als *wider* die Möglichkeit einer Analogie in den Funktionen ihrer Geschlechtsanhänge sprechen, sondern auch diese Anhänge selbst ihrer Lage nach zweifellos Aehnlichkeitszüge offenbaren und diese Analogie fast zur Gewissheit machen.

Wie eben darauf hingewiesen wurde, spielen bei den terrestren Isopoden die Anhänge des zweiten Abdominalsegmentes die Rolle eines Begattungsapparates; genau dieselbe Rolle spielen sie auch bei *Asellus*. Doch sind die Anhänge selbst in beiden Fällen ziem-

---

[1]) *Sars*. 1867, p. 114.

lich verschieden gebaut. Während sie bei den Landasseln als lange, dünne, mit einer Rinne zum Abfluss der Samenflüssigkeit versehene Stäbe auftreten, sind sie bei der Wasserassel kurz, breit und kompliziert gebaut.

Gerstaecker [1]) sieht als Begattungsorgan die schnabelförmigen Auswüchse der Endopoditen der Geschlechtsplatten an (Taf. I, Fig. 13, 14, *rst.*). Doch ist eine solche Annahme augenscheinlich unrichtig, da diesem nicht nur die Lage derselben—mit nach Innen, der Mittellinie des Körpers zugekehrten Enden,—sondern auch das völlige Fehlen irgend einer Spur eines Kanals oder Rinne widerspricht und es unbegreiflich erscheint, wie die Samenflüssigkeit überhaupt in dieselben gelangen könnte.

Es liegt viel mehr Grund vor solche Funktionen den Säcken, die im helmförmigen Teil derselben Anhänge des Männchens beschrieben wurden, zuzuschreiben. Schon *Sars* [2]) brachte sie in seiner Arbeit ziemlich richtig zur Darstellung, obwohl er ihnen keine besondere Aufmerksamkeit schenkte oder sie vielmehr sogar ganz ausser Acht lies, da er kein Wort über ihre Existenz fallen lässt. Trotzdem deutet schon die Tatsache der Existenz solcher Säcke in den Geschlechtsplatten darauf hin, dass dieselben irgend eine Bedeutung beim Begattungsakt haben müssen. Es ist leicht sich über diese Rolle klar zu werden, wenn wir uns die Wechselbeziehungen, die zwischen den Anhängen des siebenten Brustsegmentes und den beiden Extremitätenpaaren der ersten zwei Abdominalsegmente bestehen, ebenso wie die Ausstülpbarkeit der betreffenden Säcke ins Gedächtniss zurückrufen.

Wir haben gesehen, dass bei einer gewissen Lage dieser Organe die Anhänge durch die dreieckigen, durch das Zusammenhalten der Fächerplatten gebildeten Oeffnungen hervorragen und gerade den Oeffnungen der Säcke gegenüber zu liegen kommen. Wenn nun Samenflüssigkeit ausgeschieden wird, so wird dieselbe natürlich die letzteren erfüllen und auf diese Weise wird die Uebertragung der Spermatozoen aus den Ausführgängen der Geschlechtsdrüsen in die Anhänge des zweiten Abdominalringes leicht erklärlich.

Nur nach Anfüllung der Säcke mit Samenflüssigkeit kann der

---

[1]) *Gerstaecker*. 1883, p. 102.
[2]) *Sars*. 1867, Taf. X, Fig. 6.

eigentliche Begattungsprozess vor sich gehen. Dabei werden die Säcke unter dem Einfluss der Muskelkontraktion ausgestülpt (Taf. I, Fig. 14, *sc.*) und entleeren auf diese Weise ihren Inhalt; natürlich müssen die Tiere in diesem Augenblick einander die Bauchseite zukehren, ähnlich wie dies *Schöbl* bei den Landisopoden beobachtet hat. Dank der bedeutenden Beweglichkeit der Anhänge des zweiten Abdominalsegmentes, können die spermaführenden Säcke so weit auseinandergespreizt werden, dass sie gerade vor den zwei Gechlechtsöffnungen des Weibchens zu liegen kommen, die beide gleichzeitig befruchtet werden können.

Die obigen Erwägungen werfen auch einiges Licht auf die auf den ersten Blick rätselhafte Erscheinung, dass die Männchen die Weibchen tagelang mit sich umherschleppen, wobei sie deren Rücken an ihren Bauch anpressen. Bei einer solchen Stellung kann von einem Begattungsakt gar nicht die Rede sein und die ganze Erscheinung lässt sich entweder dadurch erklären, dass die Männchen so in Erwartung des Eintretens des Begattungsmomentes handeln, oder aber müssen wir uns nach einer anderen, physiologisch begründeteren Ursache umsehen. Die erstere Voraussetzung hat schon deshalb wenig Wahrscheinlichkeit für sich, weil bei der grössten Mehrzahl der Isopoden nichts ähnliches vorkommt, und ausserdem die auf diese Weise mitgeschleppten Weibchen, nach den Beobachtungen *van-Beneden*'s [1]), häufig mit der Eiablage beginnen, d. h. zweifellos schon befruchtet sind.

Dafür liefert der oben geschilderte Prozess der Übertragung der Samenflüssigkeit aus den Geschlechtsdrüsen in die Säcke der „Geschlechtsplatten“ eine durchaus natürliche Erklärung für diese Erscheinung.

Wie schon mehr als einmal erwähnt, ist eine solche Uebertragung des Spermas nur bei einer ganz bestimmten Lage der Abdominalanhänge denkbar, nämlich wenn dieselben nach vorn weggebogen sind. So beweglich sie aber auch sein mögen, sind sie doch nicht imstande mit Hilfe ihrer Muskeln, allein durch eigene Kraft diese Bewegung auszuführen. Dazu benötigt es eines äusseren Stützpunktes und eben als solcher dient augenscheinlich das Weibchen, an dessen Rücken sich das Männchen fest anschmiegt. Dabei haken wohl

---

[1]) *van-Beneden.* 1869, p. 62.

die schnabelförmigen Fortzätze der Endopoditen der Geschlechtsplatten an die Chitinfalten am Rücken des Weibchens an und dienen so folglich dazu um diesen Platten in dieser Lage eine grössere Stabilität zu verleihen.

Es bleibt uns nun noch übrig auch über die Bedeutung der Exopoditen derselben Geschlechtsplatten Klarheit zu bekommen. Doch der grossen Menge von Härchen auf denselben nach zu urteilen, kann man denselben aller Wahrscheinlichkeit nach eine Tastfunktion zuschreiben, die beim Begattungsakt zweifellos von grosser Bedeutung ist.

Ich betone nochmals, dass die eben dargelegten Schlussfolgerungen, die aus dem Studium des anatomischen Baues der Geschlechtsorgane von *Asellus* und aus den Befunden bei anderen verwandten Isopoden gezogen werden können, nur eine *Wahrscheinlichkeit* für sich haben, keineswegs aber als *gewiss* anzusehen sind, da es eben an direkten Beobachtungen fehlt. Doch erklärt der eben geschilderte Prozess die Eigenarten im Bau nicht nur der zu demselben in direkter Beziehung stehenden Teile, wie z. B. der Geschlechtsplatten, sondern auch solche wie die männlichen Fächerplatten so vollständig, dass die Wahrscheinlichkeit eine sehr grosse wird.

Die Tatsache der vorerst stattfindenden Uebertragung der Samenflüssigkeit von den Genitalöffnungen des Männchens in besondere Reservoire steht unter den Arthropoden gar nicht so vereinzelt da; es genügt nur den Befruchtungsakt bei den *Libellen* sich ins Gedächtniss zurückzurufen. Dabei spielt der den Samen aufnehmende Sack die Rolle einer Samenblase *(Vesicula seminalis)*, denn die Ausführgänge der Geschlechtsdrüsen selbst entbehren ihrer ganz,

---

Die Segmentierung des Abdomens *(Pleon)*. Im Vorhergehenden wurde das letzte Paar Abdominalextremitäten — die Uropoden — als zu dem letzten Abdominalsegment gehörend beschrieben. Doch kann diese Ansicht keineswegs als allgemein anerkannt gelten. Viele Autoren, von *Milne-Edwards* [1]) angefangen, zählen im Abdominalabschnitt sämtlicher *Malacostraca* sieben Segmente, wobei als siebentes, stets gliedmassenloses Segment das äusserste Ende des Abdo-

---

[1] *Milne-Edwards*. 1851, p. 285.

minalschildes angesehen wird, welches hinter der die Basis der Uropoden vereinigenden Linie liegt. Auf diese Weise muss als Sternit dieses letzteren Abdominalsegmentes die in ihrer Mitte von der Afteröffnung durchbohrte und oben als „Schlussplatte“ beschriebene Platte gelten (Taf. I, Fig. 10, *t. p.*).

Wollen wir nun sehen, auf welche Argumente sich diese Ansicht stützt, speziell in Bezug auf die zum Verständnis der Organisation von *Asellus* besonders wichtige Gruppe der Isopoden. *Gerstaecker* [1]) argumentiert dieselbe durch folgende Worte: „Im Gegensatz zu dem Mittelleib ist besonders bemerkenswert, dass eine Erhaltung der ursprünglich vorhandenen *sieben* Ringe in deutlicher Trennung von einander am Hinterleib nur in ganz vereinzelten Ausnahmen *(Paranthura)* nachweisbar ist. Das bei weitem häufigste Verhalten besteht darin, dass die fünf ersten Ringe unter einander frei geblieben sind, der sechste dagegen mit dem siebenten zu einem sich oft durch ansehnliche Grösse und den vorhergehenden gegenüber besonders durch Länge auszeichnenden Schwanzschilde *(Telson)* verschmolzen ist. Direkte Hinweise auf die ursprüngliche Selbständigkeit beider sind selten, z. B. bei *Conilera cylindracea*, wo die Grenze durch eine Querfurche beiderseits bezeichnet ist: Andeutungen derselben häufiger, besonders unter der *Onisciden (Oniscus, Porcellio)*, wo sich ein schmälerer Spitzenteil von der breiten Basis seitlich scharf absetzt. Sonst ist für die Verschmelzung zweier ursprünglicher Segmente ganz besonders der Umstand beweisend, dass das diesem Endabschnitt entsprechende Gliedmassenpaar stets von seiner Basis (welche das sechste Segment repräsentiert) niemals seiner Spitze genähert entspringt“.

Wie aus diesem Zitat ersichtlich, lassen sich die Beweise zu Gunsten des Vorhandenseins eines siebenten Abdominalsegmentes in zwei Gruppen einteilen. Zu der ersten Gruppe, die man als direkte Beweise bezeichnen kann, sind solche Fälle zu rechnen, wo bei Vertretern der Isopoden das „siebente“ Segment deutlich ausgeprägt und gänzlich oder zum Teil vom sechsten unabhängig ist. Zur anderen Gruppe gehören die indirekten Beweise, die sich auf das Studium des Baues der schon verschmolzenen Abdominalsegmente stützen.

Die erste Kategorie von Beweisen ist, wie schon *Gerstaecker*

---

[1]) *Gerstaecker*. 1883, p. 20.

darauf hinweist, ausserordentlich arm an Tatsachen. Nur in Ausnahmefällen lässt sich eine mehr oder weniger vollständige Trennung des „siebenten“ Segmentes erkennen.

Wenn aber trotzdem dieses geringe Tatsachenmaterial ganz ausser Zweifel stände, so würden es jedenfalls genügen, um die Frage vom Vorhandensein eines siebenten, extremitätenlosen Abdominalsegmentes im positiven Sinne zu lösen. Doch lässt die nähere Betrachtung der uns interessierenden Frage die Beweiskraft der oben angeführten Argumente stark zweifelhaft erscheinen.

Das Studium der Tierformen, die am Ende ihres Abdomens mit einem mehr oder weniger selbständigen und beweglichen „siebenten“ Segment oder *Telson* versehen sind, überzeugt uns davon, dass bei ihnen allen das Ende des Abdomens zusammen mit den stark abgeplatteten letzten Abdominalextremitäten eine breite und gut ausgebildete Schwanzflosse bildet. Auf diese Weise steht das Selbständigwerden des „siebenten“ Segmentes in innigster Beziehung zu der Anpassung des Abdomens an die Schwimmtätigkeit, und andererseits begegnen wir bei keinem einzigen Isopod bei dem das Ende des Abdomens keinerlei spezielle Funktionen ausübt, auch nur einer Spur einer ähnlichen Abgliederung.

Auf diese Weise erscheint die ganze Frage von der Existenz eines abgesonderten „siebenten“ Segmentes in ganz neuem Licht. Stellen wir uns auf den Standpunkt *Gerstaecker*'s, so müssen wir nun anerkennen, dass die primitive Organisation des Abdomens als die zweifellos die Erhaltung des selbständigen letzten Segmentes angesehen werden muss, nur bei den Formen angetroffen wird, bei denen das Ende des Abdomens gerade eine besonders hohe Spezialisierung zwecks Anpassung an bestimmte Funktionen erreicht hat; doch eine solche Annahme beruht ganz augenscheinlich auf irgend einem logischen Trugschluss. Wenn wir dagegen annehmen, die Abgliederung des Endes des Abdomens zu einer beweglichen Platte sei eine ausserordentlich zweckmässige *sekundäre* Anpassung an die Schwimmtätigkeit, so ist dies eine durchaus einfache und dabei logische Erklärung der vorliegenden Tatsachen. Infolgedessen müssen wir die Argumente der ersten Gruppe (direkte) als wenig beweiskräftig fortlassen und zum Nachweis des Vorhandenseins eines hinteren, extremitätenlosen Segmentes uns den indirekten Argumenten zu kehren.

Von diesen muss in erster Linie dasjenige ganz beiseite geschoben werden, welches auf den mehr oder weniger scharf ausgeprägten Formunterschied zwischen dem schmalen Endabschnitt des Abdomens und der sich demselben anschliessenden breiten Basis herausläuft. Bei der grossen Verschiedenartigkeit im Bau des Hinterabschnittes des Abdomens bei den verschiedenen *Isopoden* ist das erwähnte Argument durchaus subjektiv und wenig beweiskräftig, da eine ebensolche Konfiguration auch das Resultat von Veränderungen im Hinterabschnitt des sechsten Ringes sein kann.

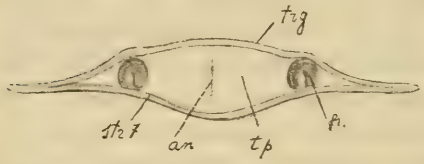
Es bleibt uns nun nur noch das letzte und, wie *Gerstaecker* meint, wichtigste Argument, nämlich der Angliederungsmodus des letzten, sechsten Paares der Abdominalfüsse zu betrachten übrig. Auf den ersten Blick erscheint dasselbe ausserordentlich überzeugend. In der Tat ist bei sämtlichen Isopoden und unter anderem auch bei *Asellus* das letzte Paar der Abdominalextremitäten ziemlich weit vom Ende des Abdomens entfernt und zwischen ihnen ragt ein mehr oder weniger bedeutender Teil des Abdominalschildes nach hinten, der als extremitätenloses siebentes Segment gerechnet wird. Doch das eingehendere Studium des Hinterabschnittes des Abdomens lässt im Verein mit der Entwickelungsgeschichte auch dieses Argument belanglos erscheinen, wenigstens in Bezug auf *Asellus*.

Wie oben schon darauf hingewiesen wurde, zerfällt die Ventralseite des Endes des Abdomens in zwei Teile: in den eigentlichen Sternit (Taf. I, Fig. 10, *str.*[7]) und die sogenannte Schlussplatte (*t. p.*). Wenn wir das Vorhandensein des hinteren, extremitätenlosen Segmentes zugeben, so müssen wir die betreffende Platte gleichfalls als Sternit, nämlich als den dieses Segmentes auffassen und den davor liegenden, aus festerem Chitin bestehenden Teil dem „sechsten“ Abdominalsegment zurechnen.

Doch wie wir schon bei der Beschreibung der Gelenkung der Uropoden gesehen haben, sind dieselben nicht mit diesem Sterniten des „sechsten“ Segmentes verbunden, sondern sitzen hinter demselben und zwar an der Schlussplatte (cf. Textfig. 3), wo sie in dem vom Tergiten des Abdominalschildes (*trg.*) und der letzten eigentlichen Sternalplatte (*str.*[7]) gebildeten Winkel Stellung fassen. Auf diese Weise müssen wir, nehmen wir die Existenz des siebenten Segmentes an, auch zugeben, dass sich die Uropoden gerade *an*

dessen Sternit angliedern und folglich Extremitäten nicht des sechsten, sondern des letzten, siebenten Segmentes darstellen.

Doch suchten die anderen Autoren eben das Vorhandensein eines *siebenten, extremitätenlosen* Segmentes nachzuweisen, der die letzten, zum sechsten Segment gehörende Gliedmassen vom Ende des Abdomens nach vorn verschoben hat. Nun erweist es sich aber, dass diese Extremitäten doch dem *letzten* Abdominalsegment angehören, ob wir dasselbe nun als sechstes oder siebentes ansehen wollen, und dass ihre Lage keineswegs durch das Vorhandensein noch eines extremitätenlosen Segmentes bedingt wird. Dadurch fällt das in Rede stehende Argument zu Gunsten des Vorhandenseins eines hinteren extremitätenlosen Segmentes von selbst weg und die eine oder andere Stellung des letzten Paares von Abdominalextremitäten (der Uropoden) kann in keinem Falle zur Entscheidung der aufgeworfenen Frage dienen.



Textfig. 3. Schematische Darstellung des Hinterendes des Abdomens v. *Asellus* (von hinten): *an.* — Afteröffnung; *fr.* — Öffnungen zur Angliederung der Uropoden; *str.*7—hintere eigentliche Sternalplatte; *t. p.*—Schlussplatte; *trg.*—Tergit der Abdominalplatte.

Sehr deutlich zeigt dies auch die Entwickelungsgeschichte von *Asellus*. Wie aus den Abbildungen *Rathke*'s [1]) deutlich hervorgeht, befinden sich beim jungen *Asellus* in einem gewissen Entwickelungsstadium desselben die Uropoden ganz neben einander am äussersten Ende des Abdomens. Erst im Laufe des weiteren Wachstums beginnt in einem späteren Entwickelungsstadium der zwischen den Uropoden liegende Teil des Abdominalschildes sich zu vergrössern und deren Basen immer weiter nach den Seiten und ein wenig nach vorn auseinanderzuschieben.

Wenn bei der Wasserassel tatsächlich ein extremitätenloses siebentes Segment existiere, welches nur beim erwachsenen Tier seine Selbständigkeit eingebüsst hat, so wären wir berechtigt beim Studium der Entwickelungsgeschichte desselben zu erwarten, dass wir in jüngeren Stadien wenigstens auf gewisse Hinweise auf das Vorhandensein einer ähnlichen Bildung stossen werden. Die obigen

---

[1]) *Rathke.* 1832, Taf. I, Fig. 16, 18.

Tatsachen weisen jedoch im Gegenteil das völlige Fehlen beim *Asellus*embryo auch der geringsten Spuren eines „siebenten“ Segmentes nach und das, was als solches beim erwachsenen Tier angesehen wird, entwickelt sich schon später als sekundäre Bildung.

Das oben gesagte genügt meiner Ansicht nach zum Nachweise dessen, dass die Existenz eines hinteren extremitätenlosen Abdominalsegmentes bei *Asellus* zum mindesten höchst problematisch erscheint und dass wir, bis neue und schwerwiegendere Beweise zu Gunsten einer solchen Annahme vorliegen, besser tun die Uropoden dem allerletzten Abdominalsegment zu zurechnen.

Doch kann diese Frage nicht als auf diese Weise erschöpft gelten. Erstens bleibt dabei die Frage von der Anzahl der an der Bildung des Abdomens teilnehmenden Segmente doch noch offen und zweitens ist die Frage von der Segmentierung des Abdomens eine so allgemeine, dass dieselbe nicht für *Asellus* gelöst werden kann, ohne gleichzeitig auch für alle Isopoden beantwortet zu werden, und umgekehrt. Wir müssen infolgedessen noch näher auf dieselbe eingehen.

Wir haben gesehen, dass Argumente, wie sie *Gerstaecker* anführt, keineswegs zur Lösung der uns interessierenden Frage beitragen. Viel wichtiger und überzeugender sind die verhältnissmässig neuen Befunde, die sich sowohl auf die allgemeine Morphologie, als auch hauptsächlich auf den Bau des Nervensystems und die Embryologie der verschiedenen Isopoden beziehen.

Erst *Rosenstadt* [1]) und später auch *Nusbaum* [2]) wiesen bei verschiedenen Vertretern der Isopoden (unter anderem auch bei *Asellus*) entweder im erwachsenen oder im embryonalen Zustande die Ausbildung von *sieben Abdominalganglien* nach. Diese Tatsachen stellen die Bildung des Abdomens der Isopoden aus sieben Segmenten ganz ausser Zweifel. Haben doch in diesem Falle vielleicht die Autoren Recht, die das *Telson* als selbständiges, extremitätenloses Segment ansehen, wie dies z. B. die beiden eben genannten Forscher tun? Die anderen Daten bestätigen dies jedoch nicht.

In der eben erwähnten Arbeit *Nusbaum*'s [3]) begegnen wir ausserordentlich bemerkenswerten Befunden in Bezug auf die Entwicke-

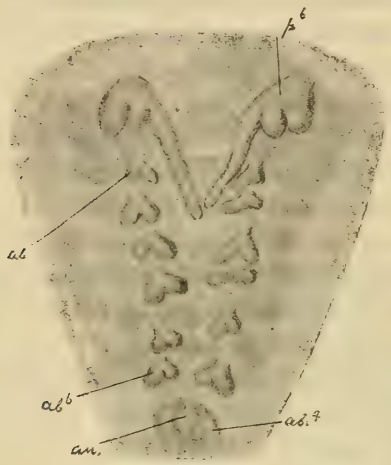
---

[1]) *Rosenstadt*. 1888, p. 457.

[2]) *Nusbaum*. 1893, p. 211; cf. gleichfalls *A. Lande*; Biolog. Centralbl. 1893, T. 13., p. 431.

[3]) *Nusbaum*. 1893, p. 180, Taf. I, Fig. 10.

lung der Abdominalextremitäten bei *Ligia* und besondes bei *Oniscus*. Wie aus der zitierten Abbildung (cf. die nebenstehende Wiedergabe derselben, *Textfig. 4*) ersichtlich, besitzt der Abdomalabschnitt von *Oniscus* in einem gewissen Stadium sieben völlig deutlich ausgeprägte Extremitäten, die den sieben denselben bildenden Segmenten entsprechen. Augenscheinlich erleidet im Laufe der weiteren Entwickelung eines dieser Paare eine Reduktion, denn beim erwachsenen Tier begegnen wir nur sechs Segmenten.



Textfig. 4. Anlage der Abdominalextremitäten beim Embryo von *Oniscus murarius* (verkleinert nach *Nusbaum*); *an*— Anus; ab^1—ab^7—die Paare Abdominalextremitäten; p^6 — sechstes Paar der Brustfüsse (man erkennt den Endo- und Exopodit.).

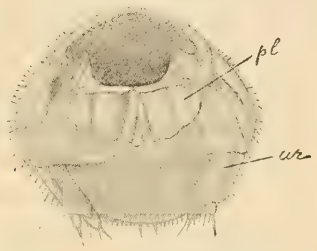
Aus den Worten *Nusbaum*'s scheint hervorzugehen, dass diese Atrophie das allerletzte Paar (ab^7) erleidet, doch schon aus dem Ton der Schilderung geht hervor, dass ein solches Resultat nicht auf direkt beobachteten Tatsachen, sodern auf Voraussetzungen basiert, die sich ihrerseits wiederum auf die Anerkennung der Existenz eines extremitätenlosen siebenten Segmentes stützen. Doch gegen die letztere Annahme sprechen schon die oben in Bezug auf *Asellus* angeführten Argumente. Wie wir weiter unten noch sehen werden, verfügen wir ausserdem noch über eine Reihe von überzeugenden Belegen dafür, dass das letzte Extremitätenpaar der Isopoden sich aus Anlagen entwickelt hat, die zur Afteröffnung in engster Beziehung stehen, und als solche erscheinen, wie wir uns leicht aus der *Nusbaum*'schen Abbildung (cf. Textfig. 4) überzeugen können, gerade die allerletzten (ab^7). Besonders augenfällig lösen endlich diese Frage die neuesten Beobachtungen *Pfeffer's* [1]) an gewissen antarktischen Isopoden und damit gleichzeitig auch die von der Segmentierung des Abdomens der Isopoden.

Bei einem derselben, nämlich bei *Limnoria antarctica* Pfeff.,

---

[1]) *Pfeffer*. 1887 (1), p. 8; 1887 (2), p. 101 Taf. V, Fig. 21.

beschreibt der Autor folgenden bemerkenswerten Bau der Abdominalextremitäten. Wenn wir bei diesem Tier die gewöhnlichen fünf Paare der vorderen Abdominalextremitäten entfernen, so erkennen wir hinter dem letzten derselben noch ein Extremitätenpaar (cf. Textfig. 5, *pl.*), die, soviel bekannt, den anderen Isopoden fehlt. Dieses Extremitätenpaar ist zwar etwas verändert, hat jedoch den Charakter der übrigen zweiästigen Pleopoden soweit bewahrt, dass ihr Ursprung nicht den geringsten Zweifel aufkommen lässt.



Textfig. 5. Hinterende des Abdomens von *Limnoria antarctica* Pfeff. (von unten); *pl.*—sechstes (überzähliges) Pleopodenpaar; *ur.* — Uropoda [Wiedergabe der Abbildung *Pfeffer's* 1887 (2)].

Der Autor selbst, durch seine Entdeckung verwundert und im Wunsche dieselbe in das übliche Schema der sechs Paare Abdominalextremitäten einzureihen, erkennt, in Anbetracht dessen, dass die erwähnten überzähligen Extremitäten eine gewisse Strecke lang mit den Basalgliedern der Uropoden verwachsen sind, dieselben als Epipoditen dieser letzteren an. Doch bei der zweifellosen Aehnlichkeit im Bau mit den anderen Pleopoden drängt sich uns unwillkürlich der Schluss auf, dass diese letzteren gleichfalls Epipoditen sind. *Pfeffer* [1]) selbst kommt zuletzt zu diesem Schluss! Doch ist dies (wir brauchen uns ja nur die Daten der Entwickelungsgeschichte zu vergegenwärtigen) ja nichts anderes als eine *Reductio ad absurdum* der Voraussetzung selbst, dass das überzählige (sechste) Extremitätenpaar einen Epipodit der Uropoden darstellt, und es bleibt uns nichts übrig als anzuerkennen, dass wir es im gegebenen Falle wirklich mit einem Paar überzähliger Pleopoden, die normalerweise bei den übrigen Isopoden fehlen, zu tun haben.

Wenn wir das eben Besprochene den *Nusbaum*'schen Daten der Embryologie gegenüberstellen, so wird es uns ganz klar, dass dem überzähligen Extremitätenpaar von *Limnoria* das vorletzte Paar der Anlagen derselben bei *Oniscus murarius* entspricht. Auf diese Weise spricht alles dafür, dass von den sieben Extremitätenpaaren, die

---

[1]) *Pfeffer*. 1887 (1), p. 9.

den sieben das Abdomen von *Oniscus* bildenden Segmenten entsprechen, das vorletzte nicht zur Ausbildung gelangt.

Wenn wir alles eben gesagte zusammenfassen, so können wir sagen, dass das *Abdomen (Pleon) der Isopoden zum mindesten aus sieben Segmenten besteht, von denen das vorletzte (sechste), normaler Weise extremitätenlose und mit dem nächstfolgenden (siebenten) verschmelzende Segment die stärkste Reduktion erleidet. Das siebente ist stets mit einem Paar mehr oder weniger abgeänderter Extremitäten (Uropoda) versehen und schliesst meist mit einem besonderen, in gewissen Fällen (bei Schwimmformen) sich abgliedernden und einen hohen Grad von Selbständigkeit erlangenden Vorsprung ab.*

Diese Resultate gestatten uns noch einige interessante Schlüsse. Schon *Boas* [1]) konstatierte die Tatsache, dass das hinterste Extremitätenpaar (die Uropoden) sich nicht nur in ihrem Bau, sondern auch in ihrer Lage stets etwas von den übrigen unterscheiden.

Wie dies eingehend für *Asellus* nachgewiesen wurde und wie dies augenscheinlich bei allen *Malacostraca* der Fall ist, gliedern sich diese Extremitäten nicht dem eigentlichen Sternit an wie die übrigen, sondern sitzen hinter dem letzten Sternit an der Schlussplatte. Infolge einer solchen abweichenden Angliederung haben diese Extremitäten eine andere Stellung am Körper des Tieres, und zwar sind dieselben direkt nach hinten und nicht nach unten gerichtet wie die übrigen Pleopoden: infolgedessen treten sie in gewisse Beziehungen zur Afteröffnung, da diese letztere gleichfalls von der Schlussplatte, welcher sich die Uropoden angliedern, umgrenzt wird. Ihre Entwickelungsgeschichte endlich ist auch eine andere als die der übrigen Pleopoden und zwar treten sie bei der ungeheuren Mehrzahl der Crustaceen bedeutend früher auf als diese letzteren. All' diese Befunde deuten darauf hin, dass die Uropoden den übrigen Abdominalextremitäten nicht völlig homolog sind.

Eine solche Schlussfolgerung wäre durchaus unwahrscheinlich, wenn das letzte Paar Abdominalextremitäten dem vorletzten Abdominalsegment angehören würde, da dasselbe völlig mit den vor ihm liegenden Segmenten übereinstimmt. Doch kann man das keineswegs vom letzten Segment sagen. Dank seiner Endstellung, dank dem, dass er den After umschliesst, muss er sich natürlich durch

---

[1]) *Boas*. 1883, p. 518.

gewisse Eigenarten auszeichnen und können seine Extremitäten eine andere Stellung einnehmen als die der übrigen Abdominalsegmente.

Wenden wir uns nun den einzelnen Vertretern der *Malacostraca* zu, so werden wir zugeben müssen, dass das primitivste Genus *Nebalia* ist, und wenn dasselbe auch nicht mit der Stammform, von der alle höheren Vertreter dieser Ordnung abstammen, identisch ist, so steht er derselben doch ausserordentlich nahe. Gerade bei *Nebalia* bietet der Bau der Abdominalfüsse viel Eigenartiges. Während die Mehrzahl derselben typische Füsse vorstellen, die an den verschiedenen Segmenten eine verschiedene Höhe der Ausbildung erlangen, trägt das letzte Segment an seiner Hinterwandung zwei lange Anhänge, zwischen denen sich der After befindet.

Einerseits zeigen diese Anhänge eine zweifellose, von allen Autoren anerkannte Aehnlichkeit mit der Furca vieler niederer Crustaceen (*Phyllopoda*, *Copepoda* u. a.) und andererseits, wenn wir uns alles eben in Bezug auf die Uropoden der höheren *Malacostraca* gesagte ins Gedächtnis zurückrufen, so können wir uns unschwer davon überzeugen, dass sie auch mit diesen viel gemeinsames haben sowohl was ihre Lage, als auch ihr Verhältnis zu den übrigen Abdominalextremitäten anbetrifft. Im Grunde genommen kenne ich keinen wirklichen *Einwand* gegen die Homologisierung der Schwanzanhänge von *Nebalia* und folglich auch der *Furca* der niederen Crustaceen mit den Uropoden der höheren.

Ein Einwand gegen eine solche Homologie existiert allerdings. Bei *Nebalia* besteht, zum Unterschied von sämtlichen übrigen *Malacostraca*, das Abdomen nicht aus sieben [1]), sondern aus acht Segmenten. Auf diese Weise ist ein überzähliges Segment vorhanden und auf den ersten Blick könnte eben das letzte, die Furca tragende Segment als solches erscheinen. Doch das eingehendere Studium des Abdomens von *Nebalia* und der Vergleich des Baues desselben mit den Daten der Entwickelungsgeschichte der Crustaceen beweist die Unrichtigkeit dieser Voraussetzung.

---

[1]) Ein interessantes Beispiel eines deutlich siebengliedrigen Abdomens mit entsprechender Anordnung der Extremitäten bietet das Genus *Gnathophausia* Willem. (Fam. *Lophogastridae*) der Ordnung *Schizopoda*. Cf. Sars, 1885. Taf. II—VII.

Am Abdomen von *Nebalia* macht sich eine ausserordentliche Folgerichtigkeit in der Ausbildung der acht Segmente und besonders deren Anhänge bemerkbar. Während die vier vorderen Segmente eine hohe Ausbildung erlangen und vier Paare starker Schwimmfüsse tragen, sind die des fünften Ringes zwar noch gegliedert, aber doch schon bedeutend schwächer; am sechsten werden sie durch kleine Stäbchen repraesentiert, während das siebente gar keine Segmentanhänge besitzt und diesem schliesst sich das achte mit starken Furcalanhängen an. Auf diese Weise macht sich bei *Nebalia* bei einer bedeutenden Ausbildung des letzten Abdominalsegmentes eine allmähliche Reduktion der demselben benachbarten Segmente bemerkbar.

Eine ganz ähnliche Erscheinung lässt sich in der Ontogenese aller *Malacostraca* beobachten. Sowohl bei *Nebalia*, als auch überhaupt bei den höheren Crustaceen und unter anderen, wie *Nusbaum* [1]) gezeigt hat, bei den uns eben am meisten interessierenden Isopoden findet die Anlage der Körpersegmente auf die Weise statt, dass sich zuallererst das den Anus tragende Segment anlegt und sich erst dann aus dem vorderen Abschnitt des letzteren, der von regelmässig angeordneten Reihen von grossen Embryonalzellen zusammengesetzt wird, allmählich in der Reihenfolge von vorn nach hinten neue Körpersegmente bilden, die das Analsegment nach und nach rückwärts schieben.

Normalerweise findet in derselben Reihenfolge auch die Anlage der zugehörigen Extremitäten statt, so dass die Uropoden häufig schon dann vorhanden sind, wenn von den übrigen Beinen noch nichts zu sehen ist; dabei sind die dem Analabschnitt des Hinterleibes nächsten Abdominalfüsse (die Extremitäten des vorletzten Segmentes) in jedem Embryonalstadium am wenigsten ausgebildet.

Wenn wir nun irgend ein Embryonalstadium z. B. eines Isopods, mit einem erwachsenen *Nebalia* vergleichen, so wird uns zweifellos die grosse Ähnlichkeit zwischen beiden in der Ausbildung der Abdominalsegmente und der zu denselben gehörenden Extremitäten in die Augen fallen: in beiden Fällen sehen wir eine ziemlich starke Ausbildung des Analsegmentes und eine stärkere oder geringere Atrophie der Extremitäten der benachbarten Abdominalsegmente. Auf diese Weise offenbaren die vorletzten Abdominalsegmente der

---

[1]) *Nusbaum.* 1891 (1), p. 42—44; 1893, p. 171, Taf. I, Fig. 4, 5, 6.

Crustaceen die stärkste Neigung zur Athrophie und, wenn wir in Betracht ziehen, dass am Ende des Abdomens stets eine stärkere oder geringere Verschmelzung der Segmente unter einander stattfindet, so ist es durchaus statthaft die Herabsetzung der Anzahl der Abdominalsegmente bei diesen Tieren eben durch diese Prozesse zu erklären. In gewissen Fällen weist auf eine solche Atrophie und auf die später stattfindende Verschmelzung die Tatsache deutlich hin, dass entweder das vorletzte (wenn das athrophierte Segment mit dem vorhergehenden verschmolzen ist) oder das letzte (wenn die Verschmelzung mit dem folgenden stattfand) Segment die übrigen an Grösse bedeutend übertreffen, wie dies z. B. bei gewissen *Cumacea*, *Schizopoda*, *Macrura* [1]) u. s. w. der Fall ist.

Die besprochenen Tatsachen erscheinen mir als durchaus genügend um mit einer gewissen Berechtigung die Behauptung aufzustellen, dass bei allen *Malacostraca*, von *Nebalia* bis herauf zu den höchstorganisierten Vertretern, das letzte, das Analsegment mit seinen Anhängen ein homologes Gebilde darstellt und dass alle Abweichungen, die sich in Bau und Gliederung des Abdomens konstatieren lassen, von dem höheren oder geringeren Reduktions- und Verschmelzungsgrade der vor dem letzten Segment liegenden Ringe abhängen.

Im Vorhergehenden hatte ich mehr als ein Mal Gelegenheit zu erwähnen, dass die Uropoden in gewisser Beziehung zum Anus stehen. *Hartog* [2]) war der erste, der darauf hinwies, dass dieselben an der Bildung des Hinterabschnittes des Abdomens der Crustaceen Anteil nehmen. Doch ist seine Notiz eine so kurze, dass sie keinerlei festen Anhaltspunkt für eine solche Annahme bietet.

Viel eingehender wurde diese Frage von *Pfeffer* [3]) behandelt, der sie speziell in Bezug auf die Isopoden erörterte. Auf Grund des Studiums einer Reihe von besonders dazu geeigneten Objekten (*Limnoria*, *Chelonidium*) kommt der Autor zu der Ueberzeugung, dass die Vorsprünge des Abdominalschildes, denen sich die Uropoden angliedern, aus den Basalgliedern dieser letzteren entstanden sind und dass die Schlussplatte selbst ein Auswachsungsprodukt derselben Extremitäten darstellt. Diese Schlussfolgerung scheint mir sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich zu haben.

---

[1]) Z. B. d. Genus *Lucifer* M.-E.; cf. Spence-Bate, 1888, Taf. LXXXI—IV.

[2]) *Hartog*. 1882, p. 493.

[3]) *Pfeffer*. 1887 (1), p. 8—9.

In der Tat besteht, wie dies für *Asellus* beschrieben wurde und wie bei allen Isopoden der Fall ist, der Protopodit der Furcaläste stets aus einem einzigen Gliede. Doch da Endo- und Exopodit vom Basipodit entspringen, so ist der Coxopodit entweder mit demselben zu einem Ganzen verschmolzen, oder aber mit dem Rumpfe verwachsen, wie wir dies im ersten Brustbeinpaar gesehen haben.

Die Befunde *Pfeffer*'s sprechen aber eben zu Gunsten der zweiten Erklärung. Auf einen ebensolchen Bau deutet auch die oben geschilderte Gelenkungsart (cf. p. 443) des Protopoditen der Uropoden an das Abdominalschild, welche für das Gelenk zwischen dem Basi- und Coxopodit der Thorakalfüsse von *Asellus* so charakteristisch ist. Natürlich lässt sich dieser Aehnlichkeit keine allzu grosse Bedeutung beimessen, doch spricht dieselbe trotzdem eher *für* als *wider* die Verwachsung der Coxopoditen mit dem Rumpf.

Durch Auswachsen derselben zur Mittellinie hin entsteht eben, nach den Beobachtungen *Pfeffer*'s, die Schlussplatte, die auf diese Weise sich aus zwei, längs der Mittellinie mehr oder weniger verwachsenden und den After umgrenzenden Hälften zusammensetzt.

Die Daten der Entwickelungsgeschichte einiger Isopoden stimmen mit dieser Anschauung völlig überein. Wie oben bereits darauf hingewiesen wurde, stehen in frühen Entwickelungsstadien von *Asellus* die Uropoden fast völlig neben einander zu beiden Seiten des Afters. Noch deutlicher treten diese Verhältnisse auf der zitierten Abbildung *Nusbaum*'s (cf. Textfig. 4) hervor. Wir erkennen hier mit völliger Klarheit, dass die Uropoden (mit ihrem Basalteil) an der Begrenzung des Afters teilnehmen. Im Laufe der weiteren Entwickelung wird das letzte Extremitätenpaar immer weiter auseinandergeschoben, was ein Auswachsen der an die Afteröffnung grenzenden Teile derselben und eine Vergrösserung des hinteren Abschnittes des Abdominalschildes veranlasst. Auf diese Weise entsteht die Schlussplatte, die ihrer Abstammung nach im engsten Zusammenhange mit dem letzen Paar Abdominalextremitäten steht.

Fassen wir nun kurz alles in Bezug auf den Bau des Abdominalabschnittes der Crustaceen gesagte zusammen und bringen es zu dem uns interessierenden *Asellus* in Beziehung, so kommen wir zu folgenden Schlussfolgerungen: das *Abdomen (Pereion)* von *Asellus* besteht aus sieben (acht?) Segmenten. Sämtliche Segmente, ausser dem vorletzten (zwei?) (und des zweiten beim Weibchen)

tragen Extremitäten, die ihren ursprünglichen zweiästigen Typus noch mehr oder weniger deutlich bewahrt haben. Von den sieben (acht?) Segmenten des Abdomens sind nur die zwei vordersten frei, während die fünf (sechs?) hinteren zu einem Ganzen verschmelzen, wobei die drei (das 3, 4, 5-te) noch durch ihre Extremitäten unterscheidbar sind, wogegen die übrigen völlig verschmolzen sind (das 6, 7 u. 8-te?). Das letzte Segment trägt ein Paar umgewandelter Extremitäten (Uropoden), die aus einem eingliedrigen, dem Basipodit entsprechenden Protopodit und zwei Aesten—dem Exo- und Endopodit—bestehen. Die Coxopoditen dieser Extremitäten sind mit dem Rumpfe verschmolzen und bilden zum Teil die lateralen Vorsprünge, denen sich die Uropoden angliedern, zum Teil die „Schlussplatte", die ihrer Herkunft nach paarig ist und den After umschliesst.

Der Kopf *(Caput)*.

Von den drei Körperabschnitten von *Asellus*, dem Kopf, Brust und Abdomen, bietet der erste dem Studium die grössten Schwierigkeiten. Die allen Crustaceen eigene ausserordentlich komplizierte Organisation der Mundwerkzeuge, deren ausserordentlich hohe Spezialisierung als der Nahrungsaufnahme dienende Organe, weiter äusserst schwache Ausbildung der Sternalabschnitte des Skelets im Verein mit der völligen Verschmelzung der Tergiten, all' dies erschwert ungeheuer die Homologisierung der einzelnen Teile dieses Körperabschnittes.

Im allgemeinen wird jedoch die Segmentierung des Kopfes ziemlich deutlich durch die paarigen Anhänge offenbart. Im ganzen sind sechs Segmente vorhanden; ihre Reihenfolge ist, von hinten nach vorne gerechnet, die folgende: das Segment der Maxillarfüsse, zwei Segmente der Maxillen, das Segment der Mandibeln und zwei der Antennen (der grossen und kleinen). Doch wie eben schon erwähnt wurde, lässt sich diese Segmentierung nur nach den Segmentanhängen erkennen, während die Ringe der Segmente selbst verschmolzen und bis zur Unkenntlichkeit verändert sind. Infolgedessen muss auch der Plan der Beschreibung etwas verändert werden und ehe wir den Kopf selbst werden kennen lernen können, müssen wir erst

dessen Extremitäten betrachten. Ihre Beschreibung beginne ich mit den am wenigsten veränderten Teilen, nämlich den Maxillarfüssen und von ihnen wollen wir dann auf die vorderen, immer mehr und mehr vom Typus abweichenden Extremitäten übergehen.

Die Kieferfüsse (Taf. II, Fig. 20) stellen, ebenso wie die beiden Maxillen, stark von vorn nach hinten, oder, wenn wir ihre natürliche Lage in Betracht ziehen, von oben nach unten abgeflachte Extremitäten dar. Dabei ist ihre vordere (obere), den anderen Mundteilen zugekehrte Wandung ausserordentlich dünn und membranös, während die hintere (untere) viel dicker und kompakter ist. In denselben blickt noch deutlich der Bau der Thorakalfüsse durch, doch sowohl durch das Hinzukommen noch eines Astes—des Epipoditen (Exopodit?), als auch durch die Anpassung an ihre speziellen Funktionen verdunkelt wird.

Die beiden einen jeden Kieferfuss bildenden Aeste zeigen einen grundverschiedenen Bau. Der Endopodit zerfällt scharf in zwei Abschnitte: der untere oder proximale ist zweigliedrig, während der distale fünf Glieder besitzt. Folglich lassen sich im Endopodit dieselben sieben Glieder erkennen wie bei den Thorakalfüssen und infolgedessen kann man ein jedes derselben mit demselben Namen bezeichnen, der dem betreffenden Glied der letzteren beigelegt worden ist.

Der Basipodit (*bp.*) bildet zusammen mit dem Coxopodit (*cxp.*) den Hauptteil des Maxillarfusses (*Stipes*), während die übrigen fünf Glieder einen relativ unbedeutenden Anhang repräsentieren. Sie bilden den sog. Taster (*Palpus*) und nähern sich ihrer Gestalt nach mehr dem typischen Aussehen von Extremitätengliedern als die plattenförmigen Basalglieder.

Die Coxopoditen (*cxp.*) stellen zwei ungefähr dreieckige Platten dar, deren innere gerade Seiten sich gegenseitig berühren. Das ihre vorderen (oberen) Seiten bildende Chitin ist fein und membranös, während die hintere (untere) aus kompakterem Chitin besteht, das sich zum Basalende der Glieder hin noch verdickt.

Ein ganz anderes Aussehen zeigen die Basipoditen (*bp.*). Dieselben stellen die grössten Glieder der Extremität vor und auf ihnen liegt hauptsächlich die Gerechtwerdung ihrer Funktion. Der Innenrand ist ganz glatt und gerade und nur unweit vom Distalende trägt er 4 bis 6 starke Chitinhäkchen (*uc.*). Die Basipoditen

bei den Maxillarfüssen haken sich mit Hülfe derselben an einander fest und bilden auf diese Weise eine mehr oder weniger einheitliche Platte.

Dafür ist der Aussenrand dieses Gliedes ziemlich eigenartig geformt und bildet zwei ungleiche abgerundete Lappen, einen grösseren zum Proximalende und einen kleineren, die sog. *Lacinia* (*lc.*) zum Distalende hin. Im Ausschnitt zwischen denselben liegt die Angliederungsstelle der folgenden fünf Glieder des Endopoditen. Doch wird die eben beschriebene *Lacinia* keineswegs durch eine Naht abgegrenzt, wie *Gerstaecker* [1]) unrichtig angiebt, sondern bildet mit dem übrigen Basipodit ein einheitliches Ganzes.

Sehr eigentümlich ist die Form der Wandungen dieses Gliedes. Während die dickere Hinterwand (untere) eine fast ganz ebene Platte darstellt, bildet die dünnere vordere (obere) einen ziemlich hohen und scharfen Längsrücken, so dass das Lumen des ganzen Gliedes im Querschnitt eine dreieckige Gestalt zeigt. Wenn die Basipoditen mit ihren Haken aneinander festhalten (was beim lebenden *Asellus* stets der Fall ist), so legen sich die eben erwähnten vorspringenden Rücken der beiden Maxillarfüsse, die längs ihrem Innenrande verlaufen, fest aneinander und bilden so einen mittleren unpaaren hohen Vorsprung, der weit zwischen die übrigen Mundteile vorragt und augenscheinlich keine unbedeutende Rolle bei der Nahrungsaufnahme spielt.

Ein jeder dieser Rücken oder Kämme (Taf. II, Fig 21, *cr.*) trägt an seiner Spitze eine Reihe (crc. fünfzehn) sehr eigenartiger Härchen. Ein jedes derselben besteht aus einem mehr oder weniger breiten Basalteil und einem sehr viel feineren und langen distalen Abschnitt. Die eine Seite des letzteren entlang zieht sich eine Reihe von feinen Wimpern, weshalb die Härchen selbst zum Typus der halbgefiederten gerechnet werden können.

Ausser den eben beschriebenen Vorsprüngen lassen sich am Basipodit noch mehrere mit verschiedenartigen Haaren bedeckte Distrikte erkennen. So zieht sich längs dem Distalrande des Lappens eine Reihe von Haaren hin (Taf. II, Fig. 20, *t*), die angefangen vom Innenrande des Gliedes nach aussen zu an Grösse allmählich zunehmen und die in der grössten Mehrzahl (ausser den drei äusser-

---

[1]) *Gerstaecker*. 1883, Taf. II, Fig. 8.

sten) gleichfalls mit Wimpern versehen sind, doch schon nicht nur an der einen, sondern an allen Seiten und auf diese Weise bis zu einem gewissen Grade an die Wimpernhaare gemahnen. Doch besteht der Unterschied von den letzteren darin, dass die Wimpern sich nicht an der Spitze, sondern im Gegenteil näher zur Basis gruppieren, während das Haar selbst in einem ziemlich starken, stumpfen und nackten Schaft ausläuft. Von hier aus gehen ähnliche Haare auch auf die vordere (obere) Fläche des „Lappens" über (Taf. II, Fig. 21), wo sie dessen Distalende bedecken, und hier gesellen sich ihnen einfache, ziemlich kurze und feine Härchen hinzu. Eine kleine, von ebensolchen Härchen bedeckte Fläche endlich macht sich ungefähr im Zentrum des Basipoditen gleichfalls an seiner vorderen (oberen) Seite bemerkbar. Allenübrigen Teilen dieses Gliedes fehlt es ebenso wie dem Coxopodit an irgend welchen Haarbildungen.

Von den fünf folgenden, den *Palpus* bildenden Gliedern, die nicht von der Spitze, sondern von der Seite des Basipoditen abgehen, ist das grösste annähernd quadratische Glied der Meropodit (Taf. II, Fig. 20, *mp.*). Der Ischiopodit (*ip.*) ist stark verkürzt, während der Propodit (*pp.*) wie gewöhnlich stark ausgezogen ist. Alle Glieder sind mehr oder weniger abgeplattet und an ihrer ganzen Oberfläche, von Härchen und Stacheln bedeckt. Am äussersten Ende des Dactylopoditen (*dp.*) befindet sich die Klaue (*g.*), genau so wie dies an den Brustextremitäten der Fall ist.

Einen ganz anderen Charakter besitzt der zweite Ast der Maxillarfüsse, der Epipodit. Er besteht nur aus zwei, sich durch ihre Grösse ausserordentlich von einander unterscheidenden und völlig flachen Gliedern. Das dem Coxopodit angegliederte Basalglied (ep^1.) zeigt eine fast regelmässig quadratische Gestalt und steht auch mit dem Basipodit in Verbindung, so dass seine Bewegungsfähigkeit fast völlig verloren geht. Ihm gliedert sich mit seinem schmäleren Basalende das folgende grosse Glied ($ep.^2$) an, welches sich bald verbreitert und seine charakteristische Gestalt der sog. „Seitenplatte" annimmt.

Diese an ihrem Distalende völlig geradrandige Platte trägt an eben diesem Rande eine Reihe vereinzelter und nicht allzu langer Haare, die zum Teil auch auf ihren Vorderrand (in natürlicher Stellung beim lebenden Tier) übergehen, wo sich ihnen noch eine Reihe äusserst zarter Wimpern anschliesst.

Ausser den schon beschriebenen Teilen weisen die Maxillarfüsse noch ein kleines eiförmiges Chitinplättchen (*ae.*) auf, das ausserhalb des Coxopoditen Stellung nimmt und sowohl mit dem letzteren, als auch mit dem Basalgliede des Epipoditen, ebenso wie mit dem eigentlichen Kopfskelet in Verbindung steht. Ob wir es in demselben einfach mit einem, der besseren Befestigung der Basis des Epipoditen dienenden eingeschobenen Gebilde zu tun haben, oder ob dasselbe als Teil des letzteren angesehen werden muss, bleibt noch dahingestellt.

Bei den anderen Isopoden verschwindet dasselbe augenscheinlich oder verschmilzt mit dem ersten Glied des Epipoditen, welcher dann wie z. B. bei *Idothea entomon* L. [1]) ausserordentlich grosse Dimensionen annimmt.

Oben war schon die Rede davon, dass das Lumen des Basipoditen im Querschnitt eine dreieckige Form besitzt. Der Epipodit ist dagegen so abgeplattet, dass sein Lumen das Aussehen einer engen Spalte gewinnt, die sich nur an der Basis der „Seitenplatte“ etwas erweitert und hier mit der Höhlung sowohl des Coxo-, als auch des basalen, proximalen Teiles des Basipoditen in Verbindung steht. Auf diese Weise gehört die „Seitenplatte“ strenge genommen nicht nur dem ersten Gliede an, wie dies überhaupt in den Epipoditen der Fall ist, sondern steht auch in gewissen Beziehungen zu dem zweiten. Wie wir weiter unten sehen werden, hat dies einiges Interesse in Bezug auf die Frage von der Homologisierung des Maxillarfusses mit der typischen Crustaceenextremität.

Das Schema, an welches ich mich bei der Beschreibung des Maxillarfusses hielt, wird von den meisten Autoren anerkannt, so z. B. von *Boas* [2]), *Claus* [3]), *Nusbaum* [4]) u. a. Doch manche spätere Forscher erheben gewisse Einwände gegen dasselbe und betrachten die in Frage kommende Extremität von einem ganz anderen Standpunkt. Besonders *Pfeffer* [5]) weicht von den üblichen Anschauungen ab und ich will daher, ohne mich in eine detailierte Kritik seiner

---

[1]) *Gestaecker.* 1883, Taf. IV, Fig. 9.
[2]) *Boas.* 1883, p. 509.
[3]) *Claus.* 1887, p. 22.
[4]) *Nusbaum.* 1891 (2), p. 353.
[5]) *Pfeffer.* 1887 (1).

Schlussfolgerungen einzulassen, dieselben nur kurz berühren um zu zeigen, zu welchen künstlichen Resultäten man durch Anwendung einer fehlerhaften Methode beim Studium homologer Bildungen gelangen kann.

Pfeffer wiederholt denselben methodologischen Fehler, auf den schon bei Besprechung der Arbeit *Börner's* hingewiesen wurde (cf. p. 430). Die Untersuchung der Mundwerkzeuge der Isopoden leitet er mit folgenden Worten ein: „Um für die Betrachtung der Mundgliedmassen der Isopoden sich eine vorurteilsfreie [!] Grundlage zu schaffen, betrachte man zunächst die Verhältnisse eines höheren Krebses“ [1]...

Hier sehen wir von neuem denselben Weg eingeschlagen: von komplizierten, umgewandelten zum primitiveren, von der höher organisierten Form zur tiefer stehenden. Und das Resultat dieser Methode ist auch ein gleiches—wieder eine Reihe von ganz unglaubwürdigen Schlussfolgerungen.

Sich auf sehr wenig überzeugende Daten betreffs eines Decapods (*Crangon*) stützend, gelangt der Autor zu der Ueberzeugung, dass in der hinteren, zweiten Maxilla dieser Crustaceen der Exopodit nicht, wie *Huxley* [2]) annahm, mit dem Epipoditen, sondern mit dem Endopoditen zur Bildung des Tasters verschmolzen sei. Allerdings führt *Pfeffer* hierselbst das Beispiel von *Lithodes* an, wo die Anteilnahme des Exopoditen an der Bildung des „Scaphognathiten“ nicht dem geringsten Zweifel unterliegt, da die Spitze desselben frei am Rande des letzteren hervorragt, doch sieht der Autor solche Fälle als „Ausnahmen“ an.

Sich auf eine solche unsichere Grundlage stützend gelangt *Pfeffer* [3]), bei einfacher gebauten Formen angelangt, zu folgender Auffassung des Maxillarfusses der Isopoden: die beiden ersten Glieder desselben (der Coxo- und Basipodit nach unserer Deutung) bilden ein einziges, erst sekundär sich in zwei Abshnitte einteilendes Basalglied. Das zweite Glied des Protopoditen wird durch das erste des Tasters repraesentiert (der Ischiopodit nach unserer Rechnung) während der übrige Teil des letzteren durch die Verschmelzung jener Exo-

---

1) *Ibid.* p. 3.
2) *Huxley.* 1879.
3) *Pfeffer.* 1887 (1), p. 7.

und Endopoditen unter einander entsteht, wobei mehrere distale Glieder [wie viele?] dem Exopoditen allein angehören [weshalb?]. Die „Seitenplatte“ behält augenscheinlich ihre alte Deutung als Epipodit bei.

Dies sind äusserst kühne Schlüsse, die jedoch durch keinerlei strikte Beweise gerechtfertigt werden, denn die vom Autor angeführten Daten können keineswegs als solche gelten. So argumentiert *Pfeffer* [1]) das ursprüngliche Vorhandensein nur eines Basalgliedes folgenderweise: „Ich habe vorgezogen, das Hauptglied beider Gliedmassen...“ [der zweiten Maxilla und des Maxillarfusses] „als Grundglied zu betrachten und die proximale Abgliederung beim 4 Paar [bei den Maxillarfüssen] als eine Bildung secundärer Natur zu betrachten“... Und das ist alles! Doch auch hier ist es bezeichnend, dass der Autor den Bau des Maxillarfusses von dem der Maxilla, d. h. also von einer bedeutend abgeänderten Extremität herleitet und statt das Vorhandensein nur eines Basalgliedes bei letzterer durch Verschmelzung zweier ursprünglich selbständiger Glieder zu erklären, genau umgekehrt verfährt und die Zweigliedrigkeit der Basis des Maxillarfusses als das sekundäre Verhalten hinstellt. Auf ähnliche Weise wird auch die Mehrzahl der anderen Schlussfolgerungen des Autors argumentiert und ich halte mich infolgedessen für berechtigt im Weiteren nicht genauer auf diese Arbeit einzugehen.

Kehren wir zu der Beschreibung des Baues des Maxillarfusses zurück, so müssen wir zugeben, dass dessen Basalteil zusammen mit dem Taster zweifellos dem Endopodit homolog ist. Doch lässt sich von der Seitenplatte nicht dasselbe sagen. Wenn sie auch bis heute noch ziemlich allgemein als Epipodit angesehen wird, so findet diese Auffassung gerade in Bezug auf dieses Glied in der Entwickelungsgeschichte keineswegs eine einwandslose Bestätigung.

Der „Seitenplatte“ begegnen wir beinahe durchwegs bei allen Vertretern der Isopoden. Auch *Ligia* und *Oniscus* besitzen eine solche. Eben in Bezug auf diese beiden Tierformen, deren Embryologie besonders eingehend von *Nusbaum* [2]) studiert wurde, verfügen wir über folgende Daten.

---

[1]) *Pfeffer*. 1887 (1), p. 7.

[2]) *Nusbaum*. 1893, cf. besonders Taf. I, Fig. 7—8.

In einem gewissen Entwickelungsstadium treten, wie dies derselbe Autor schon früher [1]) nachwies, die Kieferfüsse in Gestalt unbedeutender zweiästiger Anhänge auf. Wenn wir sie zu dieser Zeit mit den übrigen Brustfüssen vergleichen, die zur selben Zeit gleichfalls zweiästig sind, so werden sich dieselben untereinander völlig gleichen und der künftige Maxillarfuss giebt sich nur durch seine Lage unmittelbar hinter den Mundwerkzeugen zu erkennen. Aus dem Innenast einer solchen Anlage entwickelt sich der Basalteil des Kieferfusses mit ihrem Taster, während der äussere augenscheinlich der „Seitenplatte" den Ursprung giebt. Doch ist, wie wiederum *Nusbaum* [2]) konstatierte, der Aussenast der Extremitätenanlage nichts anderes als deren Exopodit und in diesem Falle muss die „Seitenplatte" diesem, und nicht dem Epipodit homolog sein.

Die Entwickelungsgeschichte der Wasserassel ist viel weniger untersucht und vor allen Dingen haben wir über spätere Entwickelungsstadien der Extremitäten derselben wenig Kenntnis. Doch was in diesem Falle von besonderem Interesse ist und worauf *Dohrn* [3]) in seiner Arbeit über die Entwickelung von *Asellus* besonders aufmerksam macht, das ist die Anlage der künftigen „Seitenplatte" *unmittelbar an der Wurzel des Tasters*, d. h. augenscheinlich am Basipodit. Erst im Laufe der weiteren Entwickelung der Extremität kommt es, dank dem Auswachsen des zwischen diesen beiden Gebilden liegenden Distriktes des Gliedes, zur Verlagerung der „Seitenplatte" an die Basis der Extremität oder vielmehr zur Entfernung des Tasters von derselben. Auf ebensolche Beziehungen zwischen der „Seitenplatte" und dem Basipodit deutet auch die obenbeschriebene offene Verbindung zwischen den Höhlungen derselben hin.

All' diese Daten bestätigen das Vorhandensein gewisser Gründe zur Homologisierung der „Seitenplatte" mit dem Exopoditen und nicht dem Epipoditen, wie das bis jetzt angenommen wird, obwohl der zweiffellos vorhandene Zusammenhang mit dem Coxopoditen eher für die letztere Annahme Zeugnis ablegt. Möglicherweise nehmen an der Bildung derselben sogar beide Elemente Anteil, wie

---

[1]) *Nusbaum*, 1891 (1), p. 49.
[2]) *Nusbaum*. 1891 (2), p. 354.
[3]) *Dohrn*. 1867, p. 259.

dies im „Scaphognatit“ der Decapoden der Fall ist. Jedenfalls genügen unsere augenblicklichen Kenntnisse keineswegs um eine endgültige Lösung dieser Fragen herbeizuführen und nur von künftigen Untersuchungen, hauptsächlich solchen auf dem Gebiet der Entwickelungsgeschichte, lässt sich eine befriedigende Antwort erhoffen.

Das auf die Kieferfüsse folgende Extrimitätenpaar sind die 2-ten Maxillen (*Maxillae 2*). Ihre Homologie lässt sich nur schwer durchführen, da sie in Anpassung an ihre speziellen Funktionen ausserordentlich tiefgreifende Umwandlungen erfahren haben.

Im allgemeinen ist ein jeder Kiefer (Taf. II, Fig. 22) ein einheitliches Ganzes, das nur an seinem Ende in drei ungefähr gleich grosse Lappen zerfällt. Die die hintere (untere) Wandung der Extremität darstellende Chitinplatte verjüngt sich an ihrem Basalende zu einem zur Angliederung an die Skeletteile des Kopfes dienenden und von der Hauptmasse der ganzen Extremität durch eine deutliche Naht getrennten Stiel (*sc.*).

Zu ihrem Distalende hin breitet sich diese Platte merklich aus, wobei sie sich muldenförmig einbiegt; an ihrem äussersten Ende in der Nähe der Lappen kommen die Ränder zusammen und umschliessen die Höhlung der Extremität von allen Seiten; die Vorderwandung (obere) ist wie immer fein und membranös. Das Chitin ist keineswegs überall von gleicher Beschaffenheit: eine Reihe von dünneren Distrikten werden von Querstreifen aus dickerem Chitin durchsetzt.

Der Stiel trägt einen ziemlich bedeutenden stachelförmigen Chitinfortsatz (*cr.*), der beim lebenden Tier in die Kopfhöhle hineinragt und zur Befestigung der Muskeln dient. Etwas oberhalb des Stieles geht vom Aussenrande der Platte eine schmale Chitinlamelle (*f.*) ab, die an ihrem Ende mit gewissen Teilen des Kopfskeletes in Verbindung steht, und noch weiter sitzt ein Chitinzahn (*dn.*), dessen Spitze der Extremitätenbasis zugekehrt ist. Die ganze Gestalt der Extremität ist überhaupt eine so komplizierte, dass sie durch Worte schwer wiedergegeben werden kann und leichter aus der Abbildung zu erkennen ist.

Wie eben erwähnt, ist das Ende der Maxille dreilappig. Diese Lappen haben eine solche Stellung, dass sie einander zum Teil überlagern, wobei der innere gleichzeitig auch der vorderste (oberste) und der äussere der hinterste (unterste) ist.

Beide hinteren Lappen (l. ex.[1], l. ex.[2]) haben eine annähernd quadratische Gestalt und gleiche Grösse, während der unregelmässigere innere seinerseits gewissermassen in zwei ungleiche Lappen eingeteilt ist (*l. in.*). Die Distalränder der Lappen sind von einer Reihe ausserordentlich vielgestaltiger und häufig sehr eigenartig organisierter Härchen besetzt, wobei die des Innenlappens sich scharf von denjenigen der beiden äusseren unterscheiden.

Die letzteren (Taf. II, Fig. 23) tragen an ihrem Distalrand eine einzelne Reihe ziemlich langer Härchen, die ihre grösste Länge in der Mitte des Lappens erreichen und nach den Ecken hin allmählich an Grösse abnehmen. Nur das letzte äusserste Haar hat von neuem eine sehr bedeutende Länge, worin er sämtliche übrigen übertrifft.

Diese Haare sind an ihrer Basis etwas verbreitet und verjüngen sich allmählich zur Spitze. In einer gewissen Entfernung von der Basis treten an den der Mittellinie des Körpers zugekehrten Rändern kleine Chitinzähnchen auf, die an den inneren Haaren ihre grösste Ausbildung erlangen und an den äusseren allmählich abnehmen. Auf diese Weise kommt eine kammartige Bildung zustande, weshabl ich diese Haare auch als „Kammhaare“ bezeichnen will. Der Abstand von der Basis des Haares, in welchem diese gezahnten Abschnitte ihren Anfang nehmen, nimmt von den Rändern zur Mitte des Lappens zu entsprechend der Vergrösserung der Haare selbst, und da die distalen Teile stärker chitinisiert und dunkler als die basalen erscheinen, so teilt sich die ganze Reihe der Haare des unverletzten Kiefers in einen helleren Basal- und einen dunkleren Distalabschnitt ein.

So sind die Haare der beiden äusseren Lappen gebaut. Am inneren zeigen sie dagegen viel kompliziertere und mannigfaltigere Formen. Von den beiden Teilen derselben trägt der innere nur eine Reihe recht langer Haare, die in eine ziemlich breite hohle Basis und ein feineres, aus massivem Chitin bestehendes Endstück zerfallen.

Die Härchen der anderen Einteilung lassen sich dagegen eher als kurz bezeichnen, doch dafür weisen sie einen solchen Formenreichtum auf, der sonst nirgends am Körper von *Asellus* zu finden ist. Diese Vielgestaltigkeit kann man auch auf der Fig. 24, Taf. II erkennen, die den Aussenwinkel dieses Lappens zur Darstellung bringt. Aus derselben ist ersichtlich, dass die in zwei Reihen

angeordneten Haare eine grosse Anzahl bemerkenswerter Eigenarten besitzen.

Alle Haare haben eine mehr oder weniger verbreiterte röhrenförmige Basis und ein aus massivem Chitin bestehendes Endstück, das sich bei den meisten an seiner Spitze gabelförmig spaltet. Andere weisen an ihrer einen Seite eine kammförmige Bildung auf, die dritten endlich lassen sich als halbgefiedert bezeichnen, wobei diese letzteren noch an der wimpernlosen Seite mehrere (5—6) feste Chitinzähnchen tragen. Ganz an der Ecke endlich machen sich noch zwischen den Härchen Bündel ausserordentlich feiner und zarter Wimpern, die ihrer Form nach an Flammenzünglein erinnern, bemerkbar. Dies ist das kompliziert gebaute Haarkleid der Lappen. Abgesehen von ihnen ist der ganze Kiefer völlig nackt, wenn wir nicht die ausserordentlich feinen Härchen, die büschel- oder gruppenweise (6—8 in der Reihe) den Distrikt am Innenrande der Kieferplatte bedecken, und eine Gruppe äusserst zarter Wimpern in der Nachbarschaft des inneren Lappens mitrechnen wollen.

Das nach vorn folgende Kieferpaar *(Maxillae* 1*)* zeigt eine etwas einfachere Organisation. Auf den ersten Blick scheint eine jede Maxilla (Taf. II, Fig. 25) aus zwei selbständigen, mit einander nur an der Basis durch eine Querleiste *(Cardo)* verbundenen Platten zu bestehen. Bisweilen wird sie sogar so beschrieben [1]).

Das genauere Studium lehrt uns jedoch, dass beide Platten eine bedeutende Strecke lang mit einander durch eine feine Chitinmembran verbunden sind und nur die mit verschieden gestalteten Zähnchen und Haaren bewaffneten Enden derselben frei sind. Auf diese Weise lassen sich an der ersten Maxille ein Basalteil und zwei von demselben abgehende Lappen — ein innerer und ein äusserer — unterscheiden.

Der Basalteil wird ebenso, wie dies für das zweite Maxillenpaar beschrieben wurde, hauptsächlich nur durch die hintere (untere) Wandung repräsentiert; nur ganz an der Basis des Aussenlappens lässt sich in demselben eine unbedeutende Höhlung, die sich weiter in die Höhlung dieses Lappens fortsetzt erkennen.

Das die Wandung des Basalteiles bildende Chitin ist von sehr verschiedener Mächtigkeit und bildet im grössten Teil seiner Aus-

---

[1]) *Gerstaecker.* 1883, p. 24.

dehnung eine feine Membran. Nur im Zusammenhange mit den beiden Lappen bildet dasselbe zwei Verdickungen, die den ganzen Basalteil quer durchsetzen, so dass derselbe in zwei Abschnitte zerfällt: einen mit dem inneren Lappen im Zusammenhang stehenden basalen (*sc.*) und einen distalen (*bp.*)—mit dem äusseren, und ausserdem liegt noch eine kleine Chitinplatte (*cxp.*) am Aussenende der distalen Verdickung.

Der innere Lappen *(Lacinia interna)* (*l. in.*) stellt eine relativ zarte Platte von gestreckter Gestalt dar. Der glatte und gerade Distalrand desselben ist mit vier haarförmigen Zähnchen mit bewimperten Rändern versehen. An seinem Proximalende verschmälert sich derselbe plötzlich und setzt sich in die schmale, den Basalteil der Maxilla quer schneidende und nur in ihrer Mitte etwas verbreiterte Leiste fort.

Der äussere Lappen *(Lacinia externa)* (*l. ex*). ist bedeutend solider gebaut. Derselbe ist bedeutend breiter als der innere und besteht aus festerem Chitin. Seine Höhlung ist völlig deutlich ausgebildet und geht, wie oben schon erwähnt, in die Höhlung des Basalteiles über. Das Distalende trägt zwei Reihen von festen und starken Zähnen, die meist noch einen gezähnelten Rand besitzen. Auf diese Weise wird dieser Lappen schon zu einem ausserordentlich soliden Kauwerkzeug.

Die ganze übrige Oberfläche der Maxilla ist nackt und nur an der vorderen (oberen) Seite des grösseren Lappens machen sich noch zwei Härchen, eines in der Mitte, das andere in der Nähe des Aussenrandes am Distalende, bemerkbar.

Das letzte noch zu beschreibende Extremitätenpaar, das an der Nahrungsaufnahme teilnimmt, bilden die Mandibeln. Von allen Mundteilen sind sie die massivsten, was zu ihrer Hauptrolle, die sie im Prozess der Zerkleinerung und Zerreibung der Nahrung spielen, in innigster Beziehung steht. Darin sind ihnen noch bis zu einem gewissen Grade die äusseren Lappen der ersten Maxillen behülflich, während alle übrigen Mundteile hauptsächlich der Betastung und Festhaltung der schon ergriffenen Nahrungstücke dienen.

In den Mandibeln lassen sich (Taf. II, Fig. 26) folgende Teile unterscheiden: erstens der Grundabschnitt oder der „Körper“, weiter zwei von demselben entspringende Laden und endlich ein viergliedriger Taster *(Palpus mandibularis)*.

Der Grund- oder Basalteil (*crp.*) zeigt eine kahnförmige Gestalt und ist mit seinem zugespitzten Ende nach rückwärts gerichtet, während alle eben genannten Anhänge am abgestumpften Vorderende sitzen. Die Höhlung dieses Basalteiles ist recht umfangreich und steht mit den Höhlungen sowohl der Laden, als auch des Tasters in Verbindung.

Zur eigentlichen Zerkleinerung und Zerreibung der Nahrung dienen die beiden Laden, wobei wieder ein jeder derselben nur einer dieser Funktionen angepasst ist. Infolgedessen ist auch die Organisation beider Laden eine ganz verschiedene, sozusagen eine völlig entgegengesetzte.

Diejenige, die wir als „Schneideplatte" (*inc.*) bezeichnen wollen, ist in natürlicher Stellung etwas vor der anderen, der „Reibelade" (*mol.*) gelegen, ähnlich wie bei den Säugetieren die Schneidezähne vor den Backenzähnen stehen. Diese „Schneideplatte" ist völlig abgeflacht und an ihrer äusseren, distalen Ecke zu einem langen Fortsatz ausgezogen (an der rechten Mandibel), der an seinem Ende vier scharfe und ausserordentlich starke Chitinzähne trägt. Die gegenüberliegende linke Mandibel (Taf. I, Fig. 15) besitzt sogar zwei solche, mit ebenso festen Zähnen versehene Vorsprünge und bei Schliessung der Mandibeln dringen die Zähne der rechten Seite zwischen die der linken ein. Auf diese Weise kommt es zur Bildung einer sehr vollkommenen Schneide- oder Greifvorrichtung.

Der eben erwähnte zweite Vorsprung der linken Mandibel, der sog. *Processus accessorius* (*pr. ac.*) ist stets nur an dieser Seite ausgebildet. An der rechten Mandibel ist bei *Asellus* diese Stelle nur durch eine unbedeutende Borste bezeichnet, die sich in nichts besonderem von den umstehenden Haaren unterscheidet. Bei anderen *Isopoden* dagegen machen sich an der entsprechenden Stelle die verschiedenartigsten Bildungen bemerkbar, die eine Reihe von unmerkbaren Uebergängen von einem einfachen Haar zu einem der linken Seite an Grösse beinahe gleichkommenden Vorsprung bieten. *Boas* [1]) sieht deshalb diese Gebilde mit vollem Recht als den einfachen Haaren oder Borsten homolog an.

Der übrige, innere Teil des distalen Randes der Schneideplatte wird von dem Vorsprung durch einen flachen Ausschnitt getrennt und ist mit einer Reihe von halbgefiederten Härchen (Taf. II, Fig. 26, *t.*;

---

[1]) *Boas.* 1883, p. 495.

Taf. I, Fig. 15, *t.*) besetzt. Die Spitzen dieser Haare liegen auf demselben Niveau wie das distale Ende des bezahnten Vorsprunges und ein jedes mit diesen Zähnen abgerissene Stück Nahrung wird auf diese Weise, ehe es in den Mund gelangt, auf das genaueste betastet.

Die andere Lade — die Reibelade (Taf. II, Fig. 26, *mol.*) stellt einen recht massiven hohlen, beim lebenden Tier etwas nach hinten und innen, dem der gegenüberliegenden Seite entgegen gerichteten Vorsprung dar. Im Gegensatz zu der Schneideplatte ist dieselbe nicht abgeflacht, sondern besitzt eine fast runde Zylindergestalt mit ebenem, flachem Distalende, welches eine verhältnissmässig grosse Reibefläche darbietet. Das Chitin ist hier am Ende stärker als an irgend einer anderen Stelle des Ladens und von einer Reihe kleiner Querrillen bedeckt, so dass die ganze Fläche bis zu einem gewissen Grade an einen Backenzahn eines Elefanten en miniature erinnert. Die Ränder dieser Reibefläche tragen ausserordentlich kleine und feine, an den Enden der Querwälle sitzende und das Distalende der Kaulade umringende Wimpernbüschel.

Was den Taster anbetrifft, so hat derselbe seinen normalen Bau einer gegliederten Extremität noch ziemlich deutlich bewahrt. An demselben lassen sich vier Glieder unterscheiden, von denen die beiden distalen sowohl in ihrer Gestalt, als auch in ihrer Lage sogar noch eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Pro- und Dactylopoditen des ersten Greiffusses des Thorax erkennen lassen, während das proximale Glied ganz rudimentär ist. Alle Glieder sind stark abgeplattet und um ihre Längsachse gewunden, so dass es einiger Mühe bedarf um sie alle in einer Ebene auszubreiten.

Dank einer solchen Windung biegen sich die beim lebenden *Asellus* zuerst nach vorne gerichteten Taster nach innen um und umfassen mit ihren Enden die Basis der grossen Antennen, welcher sie sich mit ihren flachen und gebogenen Endgliedern fest aufdrücken (*dp.*).

Ein jedes dieser letzteren (Taf. I, Fig. 16, a^1.) hat eine gestreckte, etwas sichelförmige Gestalt und ist an seinem Aussenrande mit einer Reihe ziemlich langer Haare, die aus einem massiveren Basalteil und einem zarten, bewimperten Distalteil bestehen, besetzt. Das folgende, zweite Glied (Taf. I, Fig. 16, a^2.) ist bedeutend grösser, breiter und tritt in einem stumpfen Winkel

nach aussen vor. Von diesem Winkel beginnend zieht sich beinahe bis zum Distalende des Gliedes eine dreieckige langgestreckte Fläche, die von ebensolchen Haaren wie die eben beschriebenen bedeckt ist. An der Seitenwand desselben Gliedes sitzen drei Borsten, während sich mehrere einfache Haare am Distalende des dritten (von der Spitze) etwa zylinderförmigen, nur wenig abgeplatteten Gliedes vorfinden.

Wenn die Homologisierung der einzelnen Teile der Kieferfüsse schon bedeutende Schwierigkeiten bot, so übertreffen die eben besprochenen drei Paare von Mundteilen dieselben in dieser Beziehung noch um ein Bedeutendes. Es ist deshalb keineswegs zu verwundern, dass fast ein jeder Autor, der dieselben behandelt, auch seine eigene Deutung vertritt. Selbst wenn wir die ganz willkürlichen und etwas phantastischen Ausführungen *Pfeffer*'s [1]) ganz beiseite lassen, so begegnen wir doch bei solchen Autoren wie *Sars* [2]), *Boas* [3]), *Hansen* [4]) ganz entgegengesetzten Auffassungen.

Ich will mich hier nicht in eine genaue Kritik der Anschauungen der einzelnen Autoren einlassen, umsomehr als der Bau der Mundteile von *Asellus* keineswegs ein irgendwie für die Lösung dieser Fragen besonders günstiges Objekt ist. Ich will mich daher lediglich auf die Feststellung der Homologien dieser Extremitäten auf die Weise, wie mir dies am richtigsten erscheint, beschränken und auf die Arbeiten anderer Autoren nur soweit eingehen, als dies zum besseren Verständnis der Frage dringend notwendig erscheint.

Im Gegensatz zu der Ansicht *Sars* sind sowohl *Boas*, als *Hansen* darüber einig, dass in den hinteren, 2-ten Maxillen von *Asellus* nur der dem Protopodit entsprechende Basalteil erhalten geblieben ist, während die Aeste des normalen Beines spurlos verschwunden sind. Infolgedessen müssen alle Lappen dieser Maxillen nur als (laterale) Auswüchse der den Protopodit bildenden Glieder angesehen werden. Weiter teilen sich jedoch die Ansichten der beiden Autoren in Anbetracht der verschiedenen Auffassung des Baues des Protopoditen.

---

[1]) *Pfeffer*. 1887 (1.), pp. 5—7.
[2]) *Sars*. 1867, pp. 96—98.
[3]) *Boas*. 1883, pp. 494—502.
[4]) *Hansen*. 1893, pp. 195—204.

Während *Boas* den Basalteil der zweiten Maxillen für aus der Verschmelzung des Coxo- und Basipoditen entstanden hält, wobei das erste Glied den einen inneren, das zweite die beiden äusseren Lappen trägt, erkennt *Hansen* die *Dreigliedrigkeit* desselben Teiles an, wobei er jedoch wie *Boas* die Lappen den zwei Distalgliedern, nämlich dem Coxo- und Basipodit zurechnet.

Ungefähr derselbe Unterschied besteht auch in der Auffassung des Baues der ersten Maxillen seitens dieser beiden Autoren. Beide nehmen an, dass der äussere Lappen vom dritten Gliede abgeht, doch während *Boas*, seinen Anschauungen gemäss, dieses Glied schon als dem Endopodit angehörend ansieht, zählt *Hansen* dasselbe noch dem Protopodit zu.

Auch in Bezug auf das den inneren Lappen tragende Glied divergieren ihre Ansichten. *Boas* hält dasselbe für das zweite (dem Basipodit entsprechende) Glied, während *Hansen* dasselbe dem ersten Glied, das später als *Subcoxa* bezeichnet wurde (cf. p. 435), gleichstellt.

Auch der Bau der Mandibeln wird von den beiden Autoren in Uebereinstimmung mit dem vorhergehenden beleuchtet. Beide sind darüber einig, dass der „Körper“ der Mandibel ein Auswachsungsprodukt des ersten, des Basalgliedes ist, doch ist dies nach *Boas* der Coxopodit, während *Hansen* ihn wieder als das, was wir heute als *Subcoxa* bezeichnen, ansieht.

Auf diese Weise wird ein jedes der drei Mundextremitätenpaare von den genannten Autoren verschieden aufgefasst, und wenn wir ihre Meinungsverschiedenheiten zusammenstellen wollen, so laufen sie schliesslich alle hauptsächlich auf eine verschiedene Auffassung des Basalteiles der Extremität, des Protopoditen hinaus: *Boas* hält denselben für zwei-, *Hansen* für dreigliedrig. Beide Autoren stützen sich dabei ausschliesslich auf vergleichend-anatomische Daten und berühren die Entwickelungsgeschichte der Crustaceen überhaupt nicht, und doch ist es gerade diese letztere, die uns bei der Lösung dieser Streitfrage unschätzbare Dienste erweisen könnte.

Wenden wir uns von neuem den schon mehr als einmal zitierten Arbeiten *Nusbaums* [1]) über die Entwickelungsgeschichte der Crustaceen zu, so begegnen wir dort einer ausserordentlich interessan-

---

[1]) *Nusbaum.* 1891 (2); p. 356; 1893, Taf. I, Fig. 7, 8.

ten und zur Lösung der aufgeworfenen Frage im höchsten Grade wichtigen Tatsache.

Wie oben schon erwähnt wurde, ist es dem Autor gelungen im Thorakalabschnitt und Abdomen des Embryos von *Ligia* und *Oniscus* solche Teile der in Anlage begriffenen Extremitäten zu entdecken, die proximal vom Coxopodit liegen und nichts anderes als die *Subcoxa* darstellen. Diese Teile der Extremitäten verwachsen äusserst früh mit den anliegenden Teilen des Rumpfskeletes und nehmen so am Aufban desselben Anteil. Doch die Untersuchungen desselben Autors haben weiter gezeigt, dass solche mit dem Rumpf verwachsende Basalglieder der Extremitäten am Kopf nur bei den Maxillarfüssen existieren, während bei allen anderen Kopfanhängen *sämtliche Glieder der Basis an der Bildung der Gliedmassen teilnehmen.*

Auf diese Weise sind diese Befunde ein wichtiger Hinweis zu Gunsten der Anschauungen *Hansens*, wie sich überhaupt die Daten der Anatomie besser mit seinen Ansichten als mit denen *Boas* vertragen.

Kehren wir zu unserem *Asellus* zurück, so lässt sich folgendes Schema seiner Mundteile entwerfen.

1. Die hinteren (zweiten) Maxillen (Taf. II, Fig. 22): ihre Basis bildet eine kleine *Subcoxa* (der Stiel—*sc.*). Der Coxo- und Basipodit sind verschmolzen, wobei der innere Lappen dem ersten dieser beiden Glieder, die beiden äusseren dem zweiten angehören.

2. Die vorderen (ersten) Maxillen (Taf. II, Fig. 25): Der innere Lappen (*Lacinia interna*) (*l. in.*) geht von der *Subcoxa* (*sc.*) ab; der Coxopodit (*cxp.*) ist sehr klein und bildet die Basis des folgenden Gliedes—des Basipoditen (*bp.*), von welcher der äussere Lappen (*Lacinia externa, l. ex.*) abgeht.

3. Die Mandibeln (Taf. III, Fig. 7): der Körper wird von der *Subcoxa* gebildet, während der Taster dem Endopodit und dem übrigen Teil des Protopoditen entspricht.

Ehe wir die Beschreibung der Mundteile von *Asellus* abschliessen, müssen wir wenn auch nur kurz deren Entwickelungsgeschichte erwähnen. Auf den ersten Blick scheinen die Daten derselben unseren Schlussfolgerungen in Bezug auf ihren Bau, zu denen wir gelangt sind, diametral entgegengesetzt zu sein.

In der Tat wiesen sowohl *Sars* [1]) als auch *Dohrn* [2]) nach, dass die Anlagen beider Maxillenpaare verzweigte Gebilde seien, wobei das vordere eine zwei-, das hintere eine dreiästige Anlage besässe. Auf diese Weise drängt sich uns unwillkürlich der Gedanke auf, dass an der Bildung dieser Maxillen sowohl der Endo-, als auch der Exopodit, und im zweiten Paar möglicherweise sogar der Epipodit Anteil nehmen.

Zu ähnlichen Anschauungen gelangt in Bezug auf die anderen Isopoden augenscheinlich auch *Nusbaum* [3]) beim Studium der Entwickelungsgeschichte von *Ligia*, denn er schreibt, in einem gewissen Stadium wären bei diesem Kruster „die vorderen Maxillen und Maxillarfüsse... zweiästig".

Doch die Daten über die Embryologie der Isopoden, die der Autor in der eben zitierten und in einer späteren, ausführlicheren Arbeit [4]) veröffentlicht, gestatten es diese scheinbaren Widersprüche mit einander in Einklang zu bringen und eine durchaus richtige und logische Erklärung derselben zu finden. Die Untersuchungen *Nusbaums* betreffen zwar nicht *Asellus*, sondern zwei andere Gattungen der Isopoden (*Ligia* und *Oniscus*), doch finden, dank der völligen Uebereinstimmung der Mundteile bei allen drei eben genannten Gattungen, die in Bezug auf die beiden letzteren gewonnenen Resultate in vollem Umfange auch in Bezug auf *Asellus* Anwendung. Was ergeben nun aber diese Untersuchungen?

Bei Betrachtung der embryologischen Befunde bei den Isopoden, wie dieser Prozess in den eben erwähnten Arbeiten *Nusbaums* dargelegt ist, zieht unwillkürlich die scheinbare Ungleichmässigkeit im Entwickelungstempo der Mundanhänge unsere Aufmerksamkeit auf sich. Während ihre Anlage viel früher stattfindet als die der übrigen Thorakalfüsse, so hat doch schon die grösste Mehrzahl der letzteren eine deutlich ausgeprägte zweiästige Form erreicht, wenn beide Maxillen noch durch einfache Höcker repraesentiert werden. Erst viel später erlangen diese Höcker einen gleichfalls zweiästigen Charakter, wobei der erwähnte Bau zuerst an dem vorderen und dann erst am hinteren Paar auftritt.

---

[1]) *Sars.* 1867, p. 119, Taf. X, Fig. 30[1].

[2]) *Dohrn.* 1867, pp. 240, 259, Taf. XIV, Fig. 18 2..

[3]) *Nusbaum.* 1891 (1), p. 49.

[4]) *Nusbaum.* 1903.

Zu dieser Zeit sind die Thorakalfüsse schon ziemlich stark angewachsen und haben ihren rudimentären Exopodit scheinbar bereits völlig eingebüsst. In Bezug auf die weitere Entwickelung der Extremitäten verfügen wir schon über Befunde bei *Asellus* und im Weiteren wollen wir uns deshalb auf die schon erwähnten Arbeiten *Dohrn's* und *Sars'* über die Entwickelungsgeschichte der Wasserassel stützen.

Im betreffenden Entwickelungsstadium hat das Embryo von *Asellus* das folgende Aussehen. Die Anlagen sämtlicher Kopfanhänge sind ebenso wie die der Thorakalfüsse völlig deutlich ausgeprägt. In den Mandibeln giebt sich schon ausgesprochen die Gliederung in einen „Körper" und einen gegliederten Taster zu erkennen. Beide Maxillenpaare tragen *an ihrem inneren* (der Mittellinie des Körpers zugekehrten) *Rande* zwei Lappen oder Aeste, von denen der hintere, dem Hinterende des Körpers näher liegende stets grösser ist als der vordere. Einen ebensolchen zweilappigen Bau besitzt auch der Maxillarfuss, während die übrigen Extremitäten als langgestreckte, nach hinten gerichtete Anhänge erscheinen.

Im Laufe der weiteren Entwickelung treten folgende eigenartige Veränderungen in Erscheinung. Die Gliederung der Taster und Mandibeln wird immer schärfer während in den Brustextremitäten gleichfalls die einzelnen Glieder angedeutet erscheinen. Gleichzeitig vertieft sich auch der Einschnitt zwischen den beiden Lappen der vorderen Maxillen, wobei der hintere, grössere derselben *sich auch an seinem äusseren Rande vom Körper ablöst*, wie dies schon *Dohrn* [1]) besonders erwähnte.

Die hintere Maxille erhält um diese Zeit noch einen Lappen dank der Spaltung des grösseren hinteren Lappens durch einen neuen Einschnitt in zwei.

Wie die oben zitierte Abbildung *Sars* [2]) deutlich zeigt, löst sich dieser hintere Abschnitt der zweiten Maxillen (ebenso wie in den vorderen) mit der Zeit auch längs seinem äusseren (dem inneren gegenüberliegenden) Rande vom Rumpfe ab.

Die weiteren Beobachtungen lehren uns, dass sich die beiden Aeste der vorderen Maxillen zu den zwei Lappen dieser letzteren

---

[1]) *Dohrn.* 1867, p. 240.

[2]) *Sars.* 1867, Taf. X, Fig. 30[1].

umgestalten, wobei der innere (*Lacinia interna*) aus dem vorderen (dünneren) Ast entsteht, während der hintere Ast dem äusseren (*Lac. externa*) den Ursprung giebt.

Einen ebensolchen Entwickelungsgang macht auch die hintere Maxille durch, wobei auch hier sich aus dem vorderen, dünneren Ast der innere, aus dem sich später in zwei spaltenden hinteren die beiden äusseren Lappen entwickeln. Die Aeste der Maxillarfüsse endlich entwickeln sich auf die Weise, dass aus dem inneren der „Lappen“ entsteht, während der äussere dem Taster den Ursprung giebt.

Wenn wir alles oben in Bezug auf die Entwickelung der Mundteile gesagte zusammenfassen, so gelangen wir zu folgenden fünf Schlussfolgerungen:

1. Sämtliche Mundextremitäten (ausser den Mandibeln) entwickeln sich aus Anlagen, die früher oder später eine zwei- oder dreiästige Form haben.

2. Trotzdem die Anlagen selbst sehr früh entstehen und zwar noch vor der Anlage der meisten Thorakalfüsse, treten ihre Aeste erst dann auf, wenn die letzteren schon einen ziemlich hohen Grad der Entwickelung erreicht haben.

3. Der Zeitpunkt der Bildung dieser Aeste oder Lappen fällt mit dem Moment zusammen, wenn die Nachbarextremitäten (die Antennen, Mandibeln, Thorakalfüsse) bereits eine deutliche Gliederung erkennen lassen.

4. Die hinteren Lappen beider Maxillen lösen sich nicht nur an ihrem inneren (der Mittellinie des Körpers zugekehrten), sondern auch an ihrem äusseren Rande ab und werden so mehr oder weniger fast völlig vom Rumpfe frei.

5. Die beiden Aeste der Maxillarfüsse stellen nicht den Exo- und Endopodit vor, sondern der vordere (innere) Ast ist nichts anderes als die Anlage der von dem „Basipodit“ der ausgebildeten Extremität abgehenden *Lacinia*, während der hintere (äussere) Ast den Endopodit—den Taster—bildet.

Aus diesen Daten folgt es ganz klar, dass die Mehrästigkeit der Anlagen der Mundanhänge keineswegs eine primäre, die ursprüngliche Zweiästigkeit ihres Baues offenbarende Erscheinung ist. Alles spricht im Gegenteil dafür, dass die Bildung dieser Aeste einem viel späteren Entwickelungsmoment, nämlich der *Einteilung* der ursprünglich

einheitlichen Anlage in einzelne Glieder, entspricht. Gleichzeitig muss auch die Stellung der Lappen nicht als eine distale, am Ende der Extremität, sondern als eine laterale, zu der Längsachse derselben transversale angesehen werden. Darauf deutet besonders der 4-te Punkt hin, der gleichzeitig auch die Richtung der Achsen zu bestimmen die Möglichkeit giebt. Dieselbe verläuft von vorn nach hinten parallel der Körperlänge, so dass das Proximalende der Maxillenanlage vor (näher zum Vorderende des Körpers) dem Distalende zu liegen kommt.

Infolgedessen ist die Vorstellung vom Bau der Anlagen der Mundanhänge der Isopoden, die nicht nur von den älteren Autoren wie *Sars*, sondern auch z. B. von *Nusbaum* vertreten wird, völlig unrichtig. *Es besteht keinerlei Homologie zwischen der zweiästigen Anlage der Mundextremitäten und dem primären zweiästigen Bau der Thorakalfüsse und die ganze Aehnlichkeit ist nur eine scheinbare.*

Die besprochenen Beobachtungen gestatten noch folgende interessante Schlussfolgerungen. Wie wir eben gesehen haben, besitzen die Anlagen der Mundanhänge (ebenso wie beider Antennenpaare) eine solche Lage, dass deren Achsen von vorn nach hinten der Körperlänge parallel verlaufen. Beim erwachsenen Tier nun ist diese Lage eine genau umgekehrte — von hinten nach vorn verlaufende, und der äussere Lappen der vorderen Maxillen, der sich aus dem *hinteren* Ast der Anlage entwickelt hat, liegt beim völlig ausgebildeten *Asellus vor* dem inneren Lappen. Wenn wir uns nun die Daten der Entwickelungsgeschichte der Extremitäten aller drei Körperabschnitte von *Asellus* ins Gedächtnis zurückrufen, so lässt sich folgende nicht uninteressante Folgerichtigkeit dieses Prozesses erkennen.

Sämtliche Extremitäten in allen drei Körperabschnitten legen sich ganz gleich an, wobei die Achsen derselben alle in der einen Richtung von vorn nach hinten verlaufen. Die Extremitäten des Abdomens (die Pleopoden) behalten diese Lage das ganze Leben hindurch bei. Die der Brust biegen sich um 90° ab und sind beim erwachsenen Tier nicht nach hinten, sondern nach unten gerichtet; die Extremitäten des Kopfes endlich erleiden die bedeutendste Verlagerung und beschreiben einen Bogen von 180° und sind zuletzt nach vorne gerichtet.

Hand in Hand mit dieser Veränderung der ursprüngilchen Lage geht auch der primäre Charakter des Baues dieser Extremitäten

verloren. Die Pleopoden haben denselben am reinsten bewahrt, die Thorakalfüsse haben sich dagegen schon bedeutend von demselben entfernt, während der Bau der Mundanhänge nur mit grossen Schwierigkeiten auf den ursprünglichen zweiästigen Bauplan des typischen Crustaceenfusses zurückgeführt werden kann.

Von allen Extremitäten des Kopfes bleibt uns nun nur noch übrig den Bau der beiden Antennenpaare kennen zu lernen: der kleinen (*Antennulae*) und der grossen (*Antennae*).

Die vorderen oder kleinen Antennen (*Antennulae*) werden durch kleine gegliederte Anhänge, die ihrer Länge nach ungefähr den Uropoden gleichen, repräsentiert. Eine jede derselben zerfällt in zwei Teile: einen aus drei mehr oder weniger grossen Gliedern zusammengesetzten Basalteil und einen Distalabschnitt oder Geissel, die den ersteren der Länge nach nur wenig übertrifft, doch aus einer bedeutend grösseren Anzahl (10—15) kleiner Glieder besteht.

Ein jedes Glied sowohl des Basalteiles als auch der Geissel ist an seinem Distalende etwas breiter als am proximalen, so dass an den Gelenkstellen das vorhergehende Glied stets die Basis des folgen etwas umfasst.

Das erste Glied ist das grösste und etwas sichelförmig gebogen. Infolgedessen treten beide, dicht nebeneinander am Vorderende des Kopfes entspringenden Antennen von Anfang an nach den Seiten auseinander und sind beim lebenden *Asellus* nicht vorwärts, sondern seitwärts gerichtet. Beide auf das erste folgende Glieder sind fast zylindrisch und gerade, wobei das zweite Glied dicker und anderthalb Mal so lang ist wie das dritte.

Von hier nimmt schon die aus 10—15 Gliedern bestehende Geissel ihren Anfang, wobei die Anzahl der Glieder beim Männchen stets grösser ist als beim Weibchen. Die Grösse der Glieder ist gewissen Schwankungen unterworfen, wobei häufig, wenn auch nicht immer, eines der Glieder (das 3-te oder 4-te) besonders klein und völlig unbehaart ist, während alle übrigen Glieder mit Haaren bedeckt sind. Allmählich zum Ende der Antenne hin nimmt die Breite der einzelnen Glieder ab, bis das letzte endlich die Gestalt eines kleinen, stumpfen Kegels annimt.

Das erste Antennenpaar trägt eine ganze Reihe der verschieden-

artigsten Haaren und Borsten. Alle drei Glieder des Basalteiles sind ziemlich dicht von ihnen besetzt, vobei ihrer besonders viele sich an den Distalenden der Glieder konzentrieren. Hier finden sich am ersten und zweiten Gliede zwischen den einfachen Borsten und Härchen auch einige Wimperhaare verstreut und ein solches sitzt auch am Ende des ersten Geisselgliedes. Die übrigen Glieder der letzteren sind dagegen nur mit je einem oder zwei einfachen kurzen Härchen versehen, deren Anordnung sich periodisch über ein Glied wiederholt; nur das kleinste distale Glied trägt ihrer drei, wobei das eine derselben die beiden anderen bedeutend an Länge übertrifft. Die Härchen sitzen stets am distalen Ende des Gliedes und dortselbst befinden sich an einigen Gliedern auch die sog. „*Kolben*".

Diese Kolben weist das zweite, dritte, fünfte und siebente Glied auf (vom Ende der Geissel an gerechnet); dieselben stellen kleine, an ihrem Ende verdickte borstenförmige Gebilde dar, deren Länge 0,05 mm. beträgt und die ihrer Gestalt nach ausserordentlich an ähnliche Bildungen bei vielen anderen Crustaceen gemahnen. Bemerkenswert ist der Umstand, dass dieselben dem Weibchen am siebenten Glied, von der Spitze gerechnet, fehlen und bei jungen sogar am fünften; bei ganz jungen Tieren endlich, die vor kurzem die Brutkammer der Mutter verlassen haben, finden sie sich sogar nur am vorletzten Gliede vor.

Diese Kolben von *Asellus* waren der Gegenstand einer ganzen Reihe von Untersuchungen, die sowohl das detailierte Studium ihrer Strukturverhältnisse, als auch die Aufklärung ihrer physiologischen Funktion verfolgen. Besonders eingehend beschäftigte sich mit ihnen *Leydig* [1]), dem wir die erste Beschreibung derselben bei *Asellus* verdanken und der auf Grund ihres anatomischen Baues nachwies, dass sie der Geruchsfunktionen dienen müssen.

Später wurde diese ihre physiologische Funktion mehr wie einmal angezweifelt, wobei ihnen häufig die Bedeutung von Geschmacksorganen zugeschrieben wurde. Doch lassen sich, wie *vom Rath* [2]) richtig bemerkt, bei relativ so niedrig organisierten Tieren diese beiden Sinne nur sehr schwer streng unterscheiden und es ist durchaus möglich, dass diese Kolben überhaupt zur Perzeption sämtlicher durch chemische Reize hervorgerufener Empfindungen dienen.

---

[1]) *Leydig*. 1860, pp. 281—282, 1886; pp. 290, 309.

[2]) *Vom Rath*. 1891, p. 211.

Auf eine solche Funktion derselben deutet unter anderem auch ein von diesem Autor [1]) mehrere Jahre später unternommenes Experiment hin: wenn wir einen lebenden *Asellus* in eine Methylenblaulösung bringen, so werden die Spitzen der Kolben sehr bald eine blaue Färbung annehmen, und diese Erscheinung tritt hier früher auf, als irgend andere Körperteile Spuren einer solchen Färbung erkennen lassen. Dieses Experiment beweist ganz deutlich, dass die im Wasser löslichen Stoffe schneller und leichter in die Kolben eindringen als in irgend andere Körperteile und infolgedessen in denselben die entsprechenden Sinnenreize hervorrufen können.

Die zweiten Antennen sind bedeutend länger als die eben besprochenen; sie sind annähernd ebenso lang wie der ganze Körper. Sie zerfallen gleichfalls in zwei Abschnitte: einen Basalteil und eine Geissel. Doch wird der estere schon aus sechs Gliedern zusammengesetzt, während die bedeutend längere Geissel aus 54—70 Gliedern [2]) besteht.

Die Glieder dieses Antennenpaares haben ebenso wie die des vorhergehenden eine fast zylindrische, sich nur etwas zu ihrem Proximalende, welches sich in das etwas verbreitete Distalende des vorhergehenden Gliedes einschiebt, verjüngende Gestalt.

Diese Antennen entspringen vom Kopf in einem recht bedeutenden Abstande von einander, doch kommen sie anfangs dank der gebogenen Gestalt ihres Basalteiles zusammen, treten dann jedoch wieder etwas auseinander.

Das erste Basalglied zeigt eine ausserordentlich unregelmässige Gestalt. Seine Aussenwand ist ziemlich lang, während die innere, der Mittellinie des Körpers zugewandte, fast völlig reduziert ist. Infolgedessen sind die drei folgenden sich ihm angliedernden Glieder schon nicht mehr nach vorn, sondern etwas nach innen gerichtet. Sie haben annähernd die gleiche kegelförmige Gestalt und ihre Länge nimmt stätig mit der Entfernung von der Basis der Antenne zu. Die verjüngten Enden der Glieder sind nach rückwärts, die Basen der Kegel nach vorn gerichtet und gliedern sich dem folgenden Kegel so an, dass das proximale Ende des einen Gliedes

---

[1]) *Vom Rath.* 1896, p. 510.

[2]) Diese Zahlen sind der Arbeit *Schneider's* (1887, p. 733) entnommen. Ich selbst habe nicht Gelegenheit gehabt solche grosse Schwankungen zu konstatieren.

in das verbreiterte Distalende des anderen eingesenkt ist. Dank ihrer etwas unregelmässigen Gestalt biegen sich die Antennen von neuem nach aussen und sind nun schon nach vorn und aussen gerichtet, eine Richtung, die sie auch weiterhin bewahren.

Die beiden folgenden Glieder endlich sind lang und fast zylindrisch und dem letzten, dem längsten gliedert sich schon die Geissel an. Diese Geissel verjüngt sich nach und nach und besteht aus ziemlich kurzen, ihrer Länge nach unter einander verschiedenen Gliedern.

Alle Glieder des Basalabschnittes sind von ziemlich langen Borsten und Haaren besetzt, wobei sich ihrer wie immer besonders viele am distalen Ende der Glieder konzentrieren. Zwischen ihnen machen sich an den zwei letzten Gliedern des Basalabschnittes (am 5-ten und 6-ten) auch mehrere Wimperhaare bemerkbar.

Ein jedes Glied der Geissel ist an seinem Ende mit einer Querreihe aus 4—5 ziemlich langen und zarten Härchen versehen, die olgende Anordnung zeigen: auf jedem Glied sind die Haare um $^1/_4$ des Umkreises (dem Querschnitt des Gliedes nach) verschoben, so dass über je vier Glieder sich am fünften dieselbe Anordnung wiederholt. Infolgedessen ist die ganze Oberfläche der Geissel ganz gleichmässig mit Härchen versehen.

Letztere Haare unterscheiden sich bis zu einem gewissen Grade von dem gewöhnlichen Typus und ihr zuerst von *Leydig*[1]) studierter Bau deutet auf eine besondere Empfindlichkeit hin.

Ein jedes derselben zerfällt seiner Länge nach deutlich in zwei Teile: einen längeren und massiveren Basalteil und einen kürzeren und zarteren distalen. Der untere weist recht dicke Chitinwandungen auf, während dem distalen dieselben auf den ersten Blick gänzlich zu fehlen scheinen. An eine jede Querreihe derselben tritt ein verhältnismässig bedeutender Nerv hinzu, der in ein jedes ein besonderes Aestchen abgiebt.

Der eben besprochene Bau der Haare spricht ganz deutlich dafür, dass die dieselben tragenden Antennen über einen hoch ausgebildeten Tastsinn verfügen müssen und es genügt eine ganz kurze Beobachtung des lebenden *Asellus* um zu erkennen, dass sich dieselben in fortwährender Bewegung befinden und sämtliche umliegende Gegenstände betasten.

---

[1]) *Leydig*. 1878, p. 226.

Die Gelenkung der Basalglieder der grossen Antennen stimmt völlig mit dem für die Crustaceen üblichen Typus überein. Das basalste Glied ist dem Kopfe derart angegliedert, dass es nur in der Richtung von oben und aussen nach innen und unten bewegt werden kann. Die übrigen Glieder des Basalabschnittes sind so mit einander durch Gelenke verbunden, dass sie sich nur in einer zur vorhergehenden perpendikulären Ebene bewegen können. So begegnen wir hier von neuem demselben Prinzip zweier Bewegungen in zu einander perpendikulären Ebenen, durch deren Kombination sämtliche verschiedenartige Stellungen, deren die Antennen von *Asellus* fähig sind, erzielt werden.

Der Bau sowohl der kleinen als auch der grossen Antennen zog schon mehr als einmal die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich. In der Tat sind gewisse Eigenarten ihres Baues so bemerkenswert, dass sich bei den herrschenden Anschauungen über die typische Crustaceenextremität demselben nur mit grösster Mühe eine Erklärung finden lässt oder aber dass sie sich gar nicht auf das übliche Schema zurückführen lassen.

Es erscheint daher durchaus verständlich, dass *Boas*[1]) die vorderen oder kleinen Antennen (*Antennulae*) ganz aus der Reihe der homologen Extremitäten ausschloss und sie als Gebilde *sui generis* betrachtete und diese Auffassung fand später sogar in einige Lehrbücher Aufnahme[2]). In der Tat widerspricht das Vorhandensein bei der grössten Mehrzahl der Crustaceen eines *dreigliedrigen* Basalabschnittes, wobei beide Aeste der Antenne (wenn dieselben zweiästig sind) vom *dritten* und nicht vom zweiten Gliede abgehen, bis zu einem solchen Grade der herrschenden Ansicht von dem zweigliedrigen Protopodit, dass unwillkürlich der Gedanke auftaucht, dass wir es hier nicht mit homologen Bildungen zu tun haben. Dabei kann, wie *Boas* richtig bemerkt, von einer sekundären Gliederung in drei Teile des ursprünglich zweigliedrigen Protopoditen nicht die Rede sein, da uns kein einziges Beispiel bekannt ist, wo ein solcher zweigliedriger Bau erhalten geblieben wäre.

---

[1]) *Boas*. 1883, p. 491.
[2]) *Lang*. 1894, p. 313.

Ausserdem deutet auch das Vorhandensein einästiger Antennulae sowohl bei den primitivsten *Entomostraca* (*Phyllopoda*, *Copepoda*), als auch beim Naupliusstadium der *Malacostraca* gleichfalls darauf hin, dass die Zweiästigkeit der Antennulen bei den erwachsenen *Malacostraca* ein sekundäres Verhältnis ist.

Was die letztere Argumentierung anbetrifft, so spricht sie im Grunde genommen nur dafür, dass der Innenast der Antennulae, dort wo derselbe existiert, nicht als Homologon des Endopoditen angesehen werden kann, sondern als Neubildung aufgefasst werden muss. Gegen eine Homologisierung der übrigen Teile der Antennen mit den entsprechenden Gliedern der typischen Crustaceenextremität kann dieselbe jedoch nicht sprechen. Hier bleibt noch wie vor als Hauptargument gegen eine solche Homologie die Dreigliedrigkeit des Basalteiles, der nicht dem zweigliedrigen Protopoditen entspricht, bestehen.

Was unseren *Asellus* anbetrifft, so hat die Frage von der Homologie des Innenastes der kleinen Antennen keine Bedeutung, da dieselben ebenso wie überhaupt bei allen Isopoden nur eine Geissel besitzen, die dem Aussenaste, der allein bei allen Crustaceen die Riechkolben trägt, entspricht.

Ein viel grösseres Interesse und Bedeutung hat die Frage, ob man die vorderen Antennen überhaupt mit den übrigen Extremitäten zusammen betrachten kann oder ob wir dieselben als ganz eigene Gebilde ansehen müssen. Natürlich tritt auch hier die Frage von der Dreigliedrigkeit ihres Basalabschnittes in den Vordergrund.

Wenn wir uns aber erstens all' das, was von dem Vorhandensein der *Subcoxa* erwähnt wurde und zweitens die von *Nusbaum*[1]) angeführten Daten über die Embryologie der Isopoden (cf. p. 483) ins Gedächtnis zurückrufen, so ist die Frage unschwer beantwortet. Der Basalabschnitt der kleinen Antennen von *Asellus* (und augenscheinlich der Crustaceen überhaupt) entspricht dem dreigliedrigen Protopodit, wobei das erste Basalglied die *Subcoxa* ist, die wie überhaupt im ganzen Kopfabschnitt, an der Bildung der Extremität selbst Anteil nimmt und nicht mit den anliegenden Teilen des Rumpfes verwächst, wie dies am ganzen übrigen Körper der Fall ist.

Auf diese Weise fallen die Argumente zu Gunsten einer Sonderstellung der vorderen Antennen in der Reihe der homologen Extre-

---

[1]) *Nusbaum*. 1891 (1.), p. 359; 1893, Taf. I, Fig. 7, 8.

mitäten ganz weg und es liegt keinerlei Grund vor sie als Bildungen *sui generis* zu unterscheiden, wie dies *Boas* tut.

Von der Richtigkeit einer solchen Schlussfolgerung überzeugt uns auch die von *Bateson* [1]) als *Homaeosis* geschilderte interessante Erscheinung. Es glückte dem Autor einen Fall zu beobachten, wo sich bei *Asellus* an der einer Seite anstatt einer kleinen Antenne eine Mandibel ausbildete. Doch kann augenscheinlich ein solcher Ersatz der einen Exremität durch eine andere nur in dem Falle stattfinden, wenn zwischen ihnen eine Homologie besteht, und auf diese Weise findet unsere obige Schlussfolgerung darin nochmals eine Bestätigung.

Etwas anders verhält sich die Sache mit der Homologie der grossen Antennen. Lange Zeit über fielen in denselben keinerlei Eigentümlichkeiten auf; sowohl *Sars* [2]), als *Leydig* [3]) und viele andere Autoren beschrieben dieselben bei *Asellus* als aus einem fünfgliedrigen Basalteil und einer längeren, vielgliedrigen Geissel bestehend. Dabei wurden zwei Glieder des Basalteiles ebenso wie auch bei den anderen Crustaceen meist dem Protopodit zugerechnet, während der übrige Teil der Antenne als Endopodit galt.

Boas [4]) war der erste, der darauf hinwies, dass ihr Bau keineswegs ein so einfacher sei und nicht so leicht in das übliche Schema der Crustaceenextremität eingereiht werden kann. Gerade bei *Asellus* und ebenso auch bei einigen anderen Isopoden entdeckte dieser Autor ganz an der Basis der Antennen noch ein kleines Glied, so dass ihr Basalabschnitt schon nicht mehr fünf-, sondern sechsgliedrig erscheint. Dabei wies *Boas* ganz richtig nach, dass dieses neue Glied sozusagen ein überzähliges, nicht dem Coxopodit [oder *Coxocerit* nach der Terminologie *Milne-Edwards* [5]] der Antennen der übrigen Crustaceen entsprechendes sei, sondern proximal von dem letzteren liege. Auf diese Weise erwies sich der Protopodit der zweiten Antennen gleichfalls dreigliedrig ebenso wie der der ersten und es entstand plötzlich ein neues Hindernis zur Homologisierung derselben mit den übrigen Extremitäten der Crustaceen.

---

[1]) *Bateson*. 1900, pp. 269—271.
[2]) *Sars*. 1867, p. 98.
[3]) *Leydig*. 1878, p. 268.
[4]) *Boas*. 1883, p. 492.
[5]) *Milne-Edwards*. 1851, p. 261.

Zur Beseitigung desselben musste *Boas*[1]) zu einer neuen Hypothese seine Zuflucht nehmen. Er setzte voraus, dass bei denjenigen Crustaceen, die einen sechsgliedrigen Basalabschnitt der grossen Antennen besässen, eine Abspaltung eines neuen Gliedes vom Kopfe stattgefunden haben müsse, welches sich dann dem Protopodit derselben zugesellt habe. Auf diese Weise ist der dreigliedrige Protopodit der grossen Antennen eine sekundäre Erscheinung.

Doch stösst diese Hypothese auf eine Reihe sehr wesentlicher Einwände. Ganz abgesehen davon, dass ein solcher Anschluss von Teilen des Rumpfes an die Extremitäten noch niemals und nirgends bei Crustaceen beobachtet worden ist, spricht schon die Tatsache des Vorhandenseins eines dreigliedrigen Protopoditen bei relativ so niedrig organisierten *Malacostraca* wie die *Schizopoden*, *Amphipoden* und *Isopoden*, bei Fehlen desselben bei den anderen Gruppen der Crustaceen, gegen den sekundären Charakter dieser Erscheinung.

Auf diese Weise drängt sich unwillkürlich eine ganz analoge Erklärung auf, die wir für den Protopodit der kleinen Antennen fanden. Auch hier haben wir es folglich mit denselben gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Teile zu tun wie dort, d. h. mit einem ganz deutlich ausgesprochenen dreigliedrigen Protopodit, während die übrigen Teile der Antenne zweifellos dem Endopodit entsprechen. Diese Verhältnisse sind ein Ausdruck des *primären* Baues der Antennen und das übliche Schema des zweigliedrigen Basalteiles ist im Gegenteil erst durch sekundäre Verwachsung des Basalgliedes der Antennen (der *Subcoxa*) mit den anliegenden Teilen des Kopfes entstanden.

Die besprochenen sechs Paare von Anhängen weisen darauf hin, dass auch der Kopf von *Asellus* aus mindestens ebenso vielen Segmenten aufgebaut sein muss. Doch sind dieselben so innig mit einander verschmolzen, dass kaum noch eine Spur der Grenzen zu entdecken ist und der ganze Kopf als einheitliches Ganzes behandelt werden muss.

Von oben wird der Kopf von einem ununterbrochenen und ungegliederten Schilde bedeckt, der nach hinten zu grösser und stärker

---

[1]) *Boas*. 1883, p. 493.

convex erscheint als vorn. Sein Vorderrand (Taf. I, Fig. 17) besitzt in der Mitte einen kleinen dreieckigen Vorsprung (*pr.*), der am heilen Tier nach unten weggebogen ist und auf die Unterseite übergeht, während der Hinterrand des Schildes mit drei rundlichen Vorsprüngen versehen ist, von denen der mittlere der grösste ist, die lateralen dagegen kleiner sind.

In einer gewissen Entfernung von diesem Hinterrande zieht sich eine Querlinie (*ln.*) quer über das Kopfschild. Dieselbe ähnelt den an den Brustsegmenten beschriebenen bedeutend. Auch hier begrenzt sie das hintere Feld von der übrigen Kopfoberfläche, wobei dasselbe, wie dies beim Studium des ganzen Tieres erkennbar, nichts anderes als die Gelenkfläche zur Angliederung des Kopfes an das erste Brustsegment darstellt. Das letztere überragt mit seinem Vorderrande das Hinterende des Kopfschildes und erreicht bei Hebung des Kopfes gerade die erwähnte Querlinie.

Darin findet auch der Umstand seine Erklärung, dass, während das ganze Schild mit den für *Asellus* charakteristischen kleinen Härchen bedeckt ist, das hintere Feld völlig frei von solchen ist. Doch liegen Gründe vor diese Linie nicht nur als einfache Grenze der Gelenkfläche anzusehen.

Wenn wir sämtliche Sternalteile vom Kopfschild abtrennen und die so erhaltene Tergitplatte von der Unterseite betrachten, so kann man leicht gewahr werden, dass die betreffende Linie ihre Entstehung einer kleinen in die Kopfhöhle hineinragende Chitinduplikatur verdankt. Wenn wir das Kopfschild durch Anziehen in rostrocaudaler Richtung ausstrecken, so lässt sich diese Falte ausglätten und die Linie verschwindet. Auf diese Weise haben wir hier gewissermassen einen rudimentären Rest eines solchen Gelenkes, wie es sich zwischen zwei Brustringen beobachten lässt, vor uns.

Ausserdem ragen von unten, gerade auf dieser Linie zwei Fortsätze des Endoskelets (*end.*) in die Kopfhöhle hinein, die eine frappante Ähnlichkeit mit den für die Brustsegmente beschriebenen aufweisen. Und wenn wir uns dabei ins Gedächtnis zurückrufen, dass bei den Crustaceen häufig an dem oberen Schilde die Grenze zwischen dem eigentlichen Kopfabschnitt und dem schon zu den Kieferfüssen gehörenden Teil deutlich zum Ausdruck kommt, so ist es keineswegs unmöglich, dass die betreffende Linie der letzte Zeuge einer einstmaligen vollständigeren Segmentierung des Kopfes ist.

Ausser den schon erwähnten kleinen, den grössten Teil der Oberfläche des Kopfes bedeckenden Härchen, sitzen an den Rändern des Kopfschildes an den Seiten des Kopfes noch bald längere, bald kürzere Borsten.

Das gerade Gegenteil der eben besprochenen oberen Seite des Kopfes ist die untere. Dieselbe ist völlig durchbohrt und durchlöchert und stellt ein höchst kompliziertes und verwickeltes System von Querleisten dar (Taf. I, Fig. 18).

Im allgemeinen kann man sich dieselbe als aus einem unpaaren Mittelteil an der Mittellinie des Körpers und aus von demselben abgehenden Seitenästen, die sich bisweilen gleichfalls verzweigen, bestehend vorstellen. Wenn wir ausserdem zwei unpaare Bildungen, die zwar bei der Nahrungsaufnahme behülflich sind, aber doch diesem Skeletteil angehören, nämlich die Oberlippe und das Metastoma hinzufügen, so wird uns die Kompliziertheit des Sternalabschnittes klar.

Längs dem Hinterrande des Kopfes zieht sich eine schmale doch feste Chitinquerleiste, die man als „hintere Leiste“ (*Trabecula posterior*, *tr. p.*) bezeichnen kann. In der Mitte geht von derselben der unpaare Teil des Skeletes, „die Mittelplatte“ (*Lamina media*, *l. m.*) ab, die vorn in das Metastom (*mt.*) übergeht. In der Mitte breitet sich diese Platte ein wenig aus, wobei diese Ausbreitung sowohl vom Metastom und vom hinteren Teil der Platte durch ziemlich tiefe Einschnürungen getrennt ist. Wenn wir auf diese Weise den mittleren unpaaren Teil des Kopfskeletes mit dem Metastom als ein ganzes betrachten (was ja auch wirklich der Fall ist), so zeigt derselbe drei Verbreiterungen und zwei Einschnürungen, von denen die ersteren mit den Quer- oder lateralen Leisten (*Trabeculae*) in Verbindung stehen.

Mit der mittleren Ausbreitung steht nur ein Paar Trabekeln (*tr. l.*) in Zusammenhang. Diese Trabekeln werden von ziemlich breiten, doch nicht besonders dicken Platten gebildet, von denen eine jede in der Mitte zwei Zähnchen, einen nach vorn, den anderen nach hinten gerichteten, aufweist. Nach aussen hin breiten sich diese Platten aus und treten mit den äusseren Abschnitten sowohl der hinteren, als auch der vorderen Trabekel in Verbindung.

An ihren inneren Enden entsenden diese „breiten Trabekeln“ (*Trabeculae latae*) je einen ziemlich langen, gebogenen Fortsatz,

das „Hinterhorn“ (*cr. p.*), ins Innere des Kopfes; dieselben dienen zur Insertion der die Kieferfüsse bewegenden Muskeln und gehören schon dem Endoskelet an.

Weiter nach vorn verschmälert sich die Mittelplatte, wie bereits erwähnt, und an der schmalsten Stelle befindet sich ein aus sehr feinem Chitin bestehender Distrikt (*ar*), wodurch der vordere Abschnitt eine gewisse Bewegungsfähigkeit erlangt. Von hier breitet sich die Platte aufs neue aus und bildet die sog. „Zunge“, auf die weiter unten noch näher eingegangen werden wird. Eben sei nur erwähnt, dass diese Zunge, dort, wo sie sich von neuem ausbreitet, zwei Paare von Aesten abgiebt.

Das vordere Paar wird durch die beiden kleinen „Vorderäste“ (*Rami anteriores, rm. at.*) repräsentiert, die fast ganz seitwärts gerichtet sind, während das hintere von zwei bedeutend dickeren und komplizierter gebauten Platten gebildet wird.

Eine jede der letzteren (*tr. r.*) ist anfangs nach hinten und seitwärts gerichtet und biegt weiter, kurz vordem sie den vorderen Zahn der breiten Trabekel erreicht in einem Winkel ab und ist nun genau nach aussen gerichtet, wobei sie sich an ihrem Ende ausbreitet und mit dem lateralen Abschnitte der breiten Trabekel verschmilzt.

An der Stelle, wo diese „verästelte Trabekel“ (*Trabecula ramosa*) zur Seite abbiegt, entsendet sie einen nach vorn gerichteten Vorsprung, mit der die Mitte einer quer über den Kopf verlaufender Chitinplatte, deren beide Enden frei bleiben, verbunden ist. Das innere, verbreitete Ende dieses „freien Astes“ (*Ramus liber, rm. l.*) ragt ziemlich weit in das Innere der Kopfhöhle hinein und berührt beinahe den dort befindlichen Magen [1]). Auf der Hälfte des Abstandes zwischen dem Anheftungspunkt dieses „freien Astes“ und der Basis der „verästelten Trabekel“ (der Ursprungsstelle derselben an der Zunge) liegt eine kleine Ausbreitung, von der noch ein „schmaler Ast“ (*Ramus angustus, rm. ag.*), der viel feiner und schmäler als der vorhergehende ist, entspringt.

An den äusseren Enden der verästelten Trabekeln endlich, dort wo sich dieselben schon auszubreiten beginnen, heftet sich ihnen ein Paar langer und schmaler „Vorderhörner“ (*cr. a*) an, die weit

---

[1]) Bei *Asellus* liegt der ganze Magen innerhalb des Kopfes.

in die Koprhöhle hineinragen und ebenso wie die „hinteren“ Teile des Endoskelets darstellen.

Damit schliesst das Trabekelsystem, welches das Skelet der Unterseite des Kopfes in der Region der Mundwerkzeuge bildet und von *Schöbl* als „Kieferzungengerüst“ bezeichnet wird, ab. Dieses Skelet bleibt nur in Gestalt zweier „Randplatten“, die an den Seiten des Kopfes längs der Ränder des Kopfschildes entlang ziehen und sich nach vorn allmählich ausbreiten. Am Vorderende des Kopfes, an dem oben erwähnten dreieckigen Vorsprung des Kopfschildes (cf. p. 496, Taf. I, Fig. 17, *pr.*) schliesst sich diesen beiden Platten ein neues, viel einfacher gebautes Trabekelsystem an, das bereits in den Bereich der Antennen gehört.

Auch hier lässt sich (Taf. I, Fig. 19) ein unpaarer mittlerer Abschnitt und paarige laterale Teile unterscheiden. Der mittlere Abschnitt oder das Epistom (*Epistoma eps.*), dessen Vorderrand sich dem erwähnten Vorsprung des Kopfschildes anschliesst, stellt eine ziemlich breite, unregelmässig gestaltete Platte dar, deren freiem Distalende sich die Oberlippe (*lp. s.*) angliedert, die ja eigentlich nichts anderes als einen losgelösten Abschnitt derselben repraesentiert.

Von dieser Platte gehen nach den Seiten drei Trabekelpaare ab, die die Öffnungen für die beiden Antennenpaare begrenzen. Das äusserste Paar, die äusseren Trabekeln (*Trabeculae externae, tr. ex.*) werden von langen und schmalen, doch festen Chitinstäben, die von den Seiten des unpaarigen Mittelabschnittes entspringen und mit ihrem anderen Ende mit den „Randplatten“ verschmelzen, gebildet.

Näher zur Mittellinie des Körpers entspringen ähnliche, doch kürzere Stäbe—die „mittleren Trabekeln“ (*Trabeculae mediae, tr. md.*), und noch weiter nach vorn liegt das mit dem oben erwähnten dreieckigen Stirnfortsatz (*pr.*) verschmelzende dritte Trabekelpaar, die „inneren“ (*Trabeculae internae, tr. in.*), die durch zwar breitere, doch dünnere, gebogene Leisten repräsentiert werden, deren Enden mit den eben besprochenen mittleren Trabekeln verschmelzen.

Der proximale Rand des Epistoms ist verdickt und bildet gewissermassen einen chitinösen Querwall (*r.*), während der distale dünn ist und als breiter rundlicher Lappen hervortritt. Derselbe ist ziemlich stark konvex und zeigt, zusammen mit der sich demselben angliedernden Oberlippe die Gestalt eines nach unten hin sich verschmälernden Schildes.

Die Oberlippe (*lb. s.*) ist dem Epistom mit ihrem breiten Basalrande durch eine feine, an den Seiten besonders breiten, Chitinmembran angegliedert. Die äussere, vordere Wand dieser Lippe ist konvex und glatt, während die beiden inneren, der Mundhöhle zugekehrten flach sind und mit einander einen Winkel bilden, so dass, wenn wir die Lippe auf ihre Basis stellen, dieselbe das Aussehen einer unregelmässigen, geneigten dreikantigen Pyramide annehmen würde.

Die der Mundhöhle zugekehrten Ränder der Basis dieser Pyramide sind etwas verdickt und bilden an der Stelle, wo sie zusammenstossen, noch einen spitzen behaarten Vorsprung (*a*), während weiter nach hinten schon der Oesophagus seinen Anfang nimmt, dessen Chitinwandung weiterhin in den Magen übergeht.

Ausser dem erwähnten Vorsprung finden sich noch an zwei Stellen Haare vor: sie bedecken als dichter Pelz den Gipfel der Lippe und die benachbarten Distrikte der inneren Wandung derselben, und sitzen weiter an beiden Wänden in einer gewissen Entfernung vom Gipfel in zwei Reihen.

Doch die bemerkenswerteste und bis heute noch völlig unerklärliche Bildung ist eine ziemlich umfangreiche taschenförmige Einbuchtung an der Aussenwand der Lippe an der rechten Seite. Diese Einbuchtung (*x*) besitzt ein kappenförmiges Aussehen und besteht aus zwei, eine Art in das Lumen der Lippe hireinragende und der Basis derselben zugekehrte Tasche bildender Chitinplättchen. Dieselbe mündet an der äusseren Fläche der Lippe in eine feine Spalte aus, durch welche sich in die Tasche eine feine Borste einführen lässt.

Das Vorhandensein dieses Gebildes an der Lippe, seine eigenartige assymmetrische Lage [1]) ist sehr eigentümlich, doch ist es bis heute nicht gelungen eine befriedigende Erklärung desselben zu finden, doch kann dasselbe möglicherweise zu einem der Sinnesorgane in Beziehung stehen.

Der letzte noch zu besprechende Teil des Kopfskelets ist das Metastom [2]) (Taf. II, Fig. 27). Wie bereits darauf hingewiesen wurde,

---

[1]) Ich habe mehr als 30 Exemplare von *Asellus* daraufhin untersucht und bei sämtlichen war sowohl Gestalt als auch Lage eine konstante.

[2]) Dieser Skeletteil besitzt eine ganze Reihe von Bezeichnungen. Die deutschen Autoren bezeichnen denselben bisweilen als *Zunge* (*Rathke*, 1832, p. 11; *Schöbl*,

dient dieselbe als Fortsetzung nach vorn der unpaaren Mittelplatte des Kieferzungenapparates.

An seiner Basis, als welche die oben erwähnte feine chitinöse Verbindungsmembran, die quer zur „Mittelplatte“ (Taf. I, Fig. 18, *ar*) verläuft, dient, verschmälert sich das Metastom, breitet sich jedoch weiter in zwei rundliche flache Lappen aus, so dass seine Gestalt als herzförmig bezeichnet werden kann. Nur an den Rändern ist das Chitin mehr oder weniger kompakt, während die Mitte von feinen Chitinmembranen eingenommen wird, die gewissermassen mehrere Fenster bilden.

Zwei solche Fenster liegen in den Lappen und zeigen eine ohrförmige Gestalt; ein kleines „sichelförmiges Fenster“ (Taf. II, Fig. 27, *sl.*) liegt quer an der Basis der Lappen und ein „dreieckiges Fenster“ endlich befindet sich unmittelbar hinter dem sichelförmigen und zieht sich bis an die Basis des Metastoms. Um das sichelförmige Fenster ist das Chitin besonders verdickt und bildet eine Art Rahmen, deren Seiten sich weiter nach vorn und nach den Seiten hin fortsetzen und die Basis der Lappen begrenzen. Von den letzteren und den hinteren Winkeln dieses Rahmens gehen nach den Seiten Chitinplatten ab, die nichts anderes als die oben besprochenen „vorderen Aeste“ und „verästelte Trabekeln“ sind.

In der Mitte der Unterseite des Basalabschnittes des Epistoms, vom Proximalende desselben bis zum sichelförmigen Fenster und noch etwas weiter nach vorn zieht sich ein ziemlich hoher Längskamm (*cr*) hin, der beim lebenden Tier zwischen den Basen der beiden unteren Kiefer zu liegen kommt und gerade bis zum Hinterende des oben erwähnten (p. 469) Kammes der Maxillarfüsse heranreicht.

Die Ränder des Ausschnittes zwischen den Lappen sind ebenso wie die benachbarten Teile der äusseren Ränder dicht von kleinen, zur Mittellinie des Körpers gerichteten Härchen besetzt. Eine ähnliche Anordnung zeigen die an der oberen Seite des Epistoms längs des Innenrandes der ohrförmigen Fenster sitzenden Härchen,

---

1860), zuweilen als *accessorische Mundteile* (*Dorn*, 1867, p. 233), die französischen meistens als *languette* (Sars, 1867, p. 96) oder als *lèvre inférieure bilobée* (*Milne-Edwards*, 1840, Tom. III, p. 116.

wobei all' diese Haare einfach sind. Die übrige Oberfläche des Epistoms ist, ausser den besprochenen Stellen, glatt uud nackt.

Nachdem wir nun die Organisation des Sternalabschnittes des Kopfskelets kennen gelernt haben, wollen wir noch einen Blick auf die Beziehungen zwischen demselben und den sich ihm angliedernden Extremitäten werfen.

Was die Antennen anbetrifft, so sind ihre Beziehungen zu den anliegenden Teilen des Kopfskelets ganz klar und benötigen keiner besonderen Erklärungen. Bedeutend komplizierter ist der Zusammenhang zwischen den Mundanhängen und dem Kieferzungenapparat.

Die Höhlungen der Maxillarfüsse stehen mit der Kopfhöhle durch eine am Hinterrande der letzteren liegende Öffnung in Verbindung, wobei die „hinteren Trabekeln" mit der Hinterwand (unteren) verbunden sind, während die feinere Vorderwand an die „breiten Trabekeln" befestigt ist.

An den vordenen Zähnen der letzteren befestigen sich die schon stark verschmälerten Stiele der hinteren Maxillen, wobei ihnen als zweiter Stützpunkt das Ende des „schmalen Astes" dient, der sich an den schon besprochenen Auswuchs der Aussenwand der Maxille befestigt (Taf. II, Fig. 22, *f.*).

Die vorderen Maxillen gliedern sich einerseits den „freien Aesten" ungefähr an der Stelle an, wo diese letzteren mit den „verästelten Trabekeln" in Zusammenhang stehen, und an der Basis der inneren Lappen dieser Maxillen befinden sich die Gelenkungsstellen der Enden der „vorderen Aeste". Was endlich die Mandibeln anbetrifft, so steht der äussere Rand ihres „Körpers" mit den „Randplatten" in Verbindung.

Auf diese Weise besitzen die Mundanhänge ebenso wie alle übrigen Rumpfextremitäten in ihrer Gelenkung stets zwei Stützpunkte, die eine Bewegung nur in einer bestimmten Ebene zulassen. Verfolgen wir nun die Orientierung dieser Ebenen bei sämtlichen vier Extremitätenpaaren, so fallen uns folgende Eigenarten ins Auge.

Wenn bei den Maxillarfüssen die Bewegungsebene der Symmetrieebene des Körpers streng parallel, d. h. in vertikaler Richtung von vorn nach hinten geht, so bildet beim folgenden Maxillenpaar (dem zweiten) diese Ebene zur letzteren einen schon ziemlich grossen Winkel, der, je weiter wir zu den vorn liegenden Mundteilen, den vorderen Maxillen, den Mandibeln, übergehen, stetig zunmmt, so

dass die letzteren schon nicht mehr in der Richtung von hinten nach vorn wie die Maxillarfüsse, sondern von vorn und aussen nach hinten und innen bewegt werden (Taf. I, Fig. 18).

Dank einer solchen Orientierung der Bewegungsebenen kommen die Enden sämtlicher Mundanhänge um die Mundöffnung zusammen und alle können sie mehr oder weniger an der Kautätigkeit teilnehmen.

Eine bedeutende Rolle spielt dabei auch der längs der vorderen (oberen) Fläche der zusammenhängenden Maxillarfüsse verlaufende Kamm, der dank der Bewegungen der letzteren stets Nahrungspartikel tiefer in die Mundhöhle nachschiebt.

Doch auch der Charakter der Gelenkungen selbst der Mundanhänge bietet gewisse interessante Eigenarten. So dient z. B. beiden Maxillenpaaren als ein Stützpunkt stets ein äusserst feines und biegsames Chitinplättchen (die „vorderen“ oder „schmalen Aeste“). Natürlich werden sich bei den verschiedenen Bewegungen der Maxillen diese Plättchen mehr oder weniger biegen, wobei selbstverständlich auch die Ebenen, in denen die Bewegungen stattfinden, verlagert werden. Auf diese Weise erlangen diese Maxillen, trotz ihrer Scharniergelenkung, eine gewisse Freiheit in ihren Bewegungen, was bedeutend zur erfolgreichen Erfüllung ihres Zweckes beiträgt.

Damit schliesse ich die Beschreibung des äusseren Skeletes von *Asellus* ab, diesen wohl bedeutsamsten Abschnitt der ganzen Organisation dieses Tieres.

Werfen wir nun einen Blick darauf, was bis jetzt von der Organisation von *Asellus* bekannt war, so müssen wir zugeben, dass in Bezug auf eine so gewöhnliche Tierform nur sehr wenig erreicht worden ist. Die vorliegende Arbeit hat eben den Zweck diese Lücke wenn auch nur teilweise auszufüllen und ich hoffe, dass uns dieselbe doch einen kleinen Schritt dem allseitigeren und vollständigeren Verständnis der Wasserassel näherbringt.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Tergit des 4-ten Brustsegmentes, von oben. Zeiss, Ob. a_2, Cm.-Ok 6.—*ar.*[1], *ar.*[2], *ar.*[3]—erstes, zweites, drittes Feld; *eds*—Endoskeletfortsätze; *αα*—hintere Ecken; *ββ*.—vordere Ecken (am ganzen Tier sichtbar).

Fig. 2. Viertes Brustsegment, von unten. Zeiss, Ob. a_2, Cm.-Ok. 6.—*an*—vordere Auswüchse des Sternits; *F.*—Öffnungen zur Angliederung der Beine; *p. lat.*—„Seitenteile"; *str.*—Sternit; *trg.*—Tergit; die übrigen Bezeichnungen wie im Fig. 1.

Fig. 3. Viertes Brustsegment des Weibchens, von hinten. Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 4.—*cv.*—mittlere Höhlung; *lam.*—Brutplatten; die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 2.

Fig. 4. Siebentes Brustsegment des Männchens, von unten. Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 6.—*AB*—„Querachse" des Sternits; *ab.*—„Nebenachsen" desselben; *gn.*—äussere Geschlechtsorgane; die übrigen Bezeichnungen cf. Fig. 5.

Fig. 5. Linkes Bein des zweiten Brustsegmentes, von hinten. Zeiss Ob. a_2, Cm.-Ok. 8.—*aut.*—Stelle des Risses bei der Autotomie; *bp.*—Basipodit; *cn.*[1], *cn.*[2], *cn.*[3]—Gelenkhöcker des Basi-, Ischio- und Carpopoditen; *crp.* — Carpopodit; *cxp.* — Coxopodit; *dp.*—Dactylopodit; *ext.*—Aussenrand des Beines; *f.* — Einsenkung am Meropodit; *g.*—Klaue; *inc.*[1], *inc.*[2], *inc.*[3] — Gelenkausschnitte am Ischio-, Mero- und Dactylopodit; *int.*—Innenrand des Beines; *ip.*—Ischiopodit; *mp.*—Meropodit; *pp.*—Propodit; *pr.*—Höcker am Coxodit; *sp.*—lateraler Stachel des Propoditen; *tb.*—Wall am Carpopodit; *tn. e. dp.* u. *tn. f. dp.*—Sehnen der Streck- und Beugemuskulatur des Dactylopoditen; *tn. e. pp.* und *tn. f. pp.* — Sehnen der Streck- und Beugemusculatur des Dactylopoditen; *tn. e. pp.* und *tn. f. pp.* — Sehnen der Streck- und Beugemuskeln des Ischiopoditen *tnd. mp.* — Sehne des Streckmuskels des Meropoditen; *v.*—Chitinfeder zwischen Ischio- und Meropodit.

Fig. 6. Rechter Fuss des vordersten Segmentes des Männchens, von vorn. Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 8.—Bezeichnungen cf. Fig. 5.

Fig. 7. Gelenk zwischen Basi- und Coxopodit des linken Beines des zweiten Brustsegmentes, von unten. Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 8.—*sl.*—Rinne am Knopf des Basipoditen; *sp.*—„Schaft" des Coxopoditen; die übrigen Bezeichnungen cf. Fig. 5.

Fig. 8. Gelenkmembran zwischen Basi- und Ischiopodit des Beines des fünften Brustsegmentes. Zeiss, Ob. a_2, Cm.-Ok 8.—*p.*—Membran; *pl.*[1]—Einstülpung derselben; die übrigen Bezeichnungen cf. Fig. 5.

Fig. 9. Lage des „allgemeinen Beugemuskels" des Fusses des siebenten Brustsegmentes. Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 8.—*fc.*—Flexor communis; *pl.*[1]—Einstülpung der Gelenkmembran zwischen Basi- und Ischiopodit; *pl.*[2]—Einstülpung der Gelenkmembran zwischen Ischio- und Meropodit; die übrigen Bezeichnungen cf. Fig. 5.

Fig. 10. Abdominalschild, von unten. Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 6.—*an.*—Anus; *f.*[1], *f.*[2], *f.*[3]—vordere, mittlere und hintere Öffnung, durch welche das Lumen der Pleopoda mit der Körperhöhle kommuniziert; *lm.*—Chitinmembranen; *l. pl.*—laterale Platten; *rm. a.*, *rm. p.*—vorderer und hinterer Ast der hinteren Trabekel; *str.*[7]—Sternit des siebenten Segmentes; *tl.*—Telson; *tr. a.*, *tr. m.*, *tr. p.*—vordere, mittlere und hintere Trabekel.

Fig. 11. Linkes vorderes Pleopod (nach vorn weggebogen, von hinten). Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 8.—*enp.*—Endopodit; *exp.*—Exopodit (Operculum); *pd.*—Stiel (chitinöser) des Endopoditen; *ptp.*—Protopodit; *st.*—Rinne des Exopoditen.

Fig. 12. Extremität des ersten Abdominalsegmentes des Weibchens, rechte Seite, von vorn. Zeiss, Ob. a_2, Cm.-Ok. 8.—*ptp.*—Protopodit; *tb.*—Höcker des Abdominalsegmentes; *tn.*—Röhrchen (Anlagen der Fiederhaare).

Fig. 13. Linke Extremität des ersten und zweiten Abdominalsegmentes des Männchens, die vordere ist nach vorn weggebogen (von hinten), die zweite—von vorn. Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 8.—*enp.*[2]—Endopodit der 2-ten Extremität; *exp.*[1], *exp.*[2]—Exopoditen der 1-ten und 2-ten Extremität; *inc.*—Ausschnitt an der 1-ten Extremität (der Fächerplatte); *P.*[1]—Anhang des vorderen Abdominalsegmentes (Fächerplatte); *P.*[2]—Anhang des zweiten Abdominalsegmentes (Geschlechtsplatte); *pc.*—Vorsprung; *ptp.*[1], *ptp.*[2]—Protopoditen der ersten und zweiten Extremität; *rst.*—Schnabelförmiger Fortsatz; *sc.*—Sack (Tasche?)

Fig. 14. Exopodit der linken Geschlechtsplatte des Männchens. Zeiss, Ob. 16; Cm.-Ok. 6.—*exp.*[2]—Exopodit; *rst.*—Schnabelförmiger Fortsatz, *sc.*—Tasche (ausgestülpt).

Fig. 15. Zähne der linken Mandibel, von oben. Zeiss, Ob. 16; Cm.-Ok. 8.—*pr. ac.*—accessorischer Fortsatz; *t.*—halb gefiederte Haare.

Fig. 16. Taster der linken Mandibel, von unten. Zeiss, Ob. 16, Ok. 4.—a^1—distales Glied, a^2—vorletztes Glied.

Fig. 16[1]. Einzelnes Haar desselben Tasters (des distalen Gliedes); stärkere Vergrösserung.

Fig. 17. Kopfschild von unten, der Sternalteil ist entfernt. Zeiss, Ob. a_2; Cm.-Ok. 6.—*end.*—Fortsätze des Endoskeletes; *ln.*—Querlinie (Duplikatur), *pr.*—Vorsprung des Vorderrandes des Schildes.

Fig. 18. Sternalskelet des Kopfes, von unten (Kieferzungenapparat). Zeiss, Ob. 16, Cm.-Ok. 4.—*ar.*—Chitinmembran, die die Gelenkung zwischen Epistom und Mittelplatte bildet; *cr. a.*, *cr. p.*—vordere und hintere Hörner; *l. md.*—Mittelplatte; *l. mrg.*—Randplatte; *md.*—Gelenkungsachse der Mandibel; *mx.*[1]—Gelenkungsachse der ersten Maxillen (*mx.*[2]—der zweiten); *mx. p.*—Gelenkungsachse der Maxillarfüsse; *mt.* — Metastom; *rm. ag.* — schmaler Ast; *rm. at.* — vorderer Ast.; *rm. l.*—freier Ast; *tr. l.*—breite Trabekel; *tr. p.*—hintere Trabekel; *tr.*—verästelte Trabekel.

Fig. 19. Epistom und Oberlippe, von aussen. Zeiss, Ob. 16; Cm.-Ok. 6.—*a.*—innerer Vorsprung der Lippe; *eps.*—Epistom; *lb. s.*—Oberlippe; *pr.*—dreieckiger Vorsprung des Vorderrandes des Kopfschildes; *r.*—Querwall des Epistoms; *tr. ex.*, *tr. in.*, *tr. md.*—äussere, innere und mittlere Trabekel; *x.*—Taschenförmige Einstülpung.

Tafel II.

Fig. 1. Maxillarfuss, von hinten. Zeiss, Ob. 16; Cm.-Ok. 4.—*ac.*—accessorische Platte; *bp.*—Basipodit; *cxp.*—Coxopodit; *dp.*—Dactylopodit; *ep*[1]—erstes Glied des Epipoditen; *ep*[2]—Seitenplatte; *g.*—Klaue; *ip.*—Ischiopodit; *lc.*—Lappen; *mp.*—Meropodit; *pp.*—Propodit; *t.*—Haare des Lappens; *uc.*—Haken zur Zusammenhaltung der Maxillarfüsse.

Fig. 2. Lappen des Maxillarfusses, von vorn; der Kamm (*cr.*) ist zur Seite weggebogen. Zeiss, Ob. 16, Cm.-Ok. *4.*—*cr.*—Kamm; *lc.*—Lappen t.—Haare des Kammes; *uc.*—Haken (en face).

Fig. 3. Hintere (2-te) Maxille, rechte Seite, von oben. Zeiss, Ob. 16, Cm.-Ok. 4.—*cr.*—dornförmiger Fortsatz des Fusses; *dn.*—zahnförmiger Fortsatz; *f.*—sich dem eigentlichen Kopfskelet angliedernde Chitinplatte; *l. ex.*[1], *l. ex.*[2]—innere und äussere Einteilung des äusseren Lappens; *l. in.*—innerer Lappen; *sc.*—Subcoxa.

Fig. 4. Äusserer Teil des äussern Lappens der rechten hinteren Maxille, von vorn. Zeiss, Ob. 16; Cm.-Ok. 8.

Fig. 5. Ecke des inneren Lappens (der äusseren Einteilung) der rechten hinteren Maxille, von vorn. Zeiss, Ob. 8; Cm.-Ok. 4.

Fig. 6. Rechte vordere Maxille, von vorn. Zeiss, Ob. 16, Cm.-Ok. 6.—*bp.*—Basipodit; *cxp.*—Coxopodit; *l. ex.*—Lacinia externa; *l. in.*—Lacinia interna; *sc.*—Subcoxa.

Fig. 7. Rechte Mandibel, von vorn, Zeiss, Ob. 16, Cm.-Ok. 4.—*crp.*—„Körper"; *dp.*—distales Glied des Tasters (*Palpus*), vom Innenrande aus sichtbar (dank der Windung der Tasterglieder); *inc.*—Schneidender Lappen; *mol.*—Kauplatte; *t.*—Haare der Schneideplatte.

Fig. 8. Metastom, von unten. *Zeiss*, Ob. 16; Cm.-Ok. 6.—*cr.*—Kamm; *mx. 1*—vordere Maxille; *r. a.*—„vorderer Ast"; *s. l.*—sichelförmiges Fenster; *tr. r.*—verästelte Trabekel.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

(In chronologischer Reihenfolge.)

1778. *Ch. de Geer.* Mémoire pour servir à l'histoire des Insectes. Vol. VII. Stockholm. (Diese Arbeit war mir im Original unzugänglich).

1816. *G. R. Treviranus.* Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts. Bd. I. Göttingen.

1832. *H. Rathke.* Bildung und Entwickelung der Wasser-Assel oder der *Oniscus aquaticus* (Bildung. und Entwickel. des Menschen und der Thiere). Leipzig.

1840. *Milne-Edwards.* Histoire naturelle des Crustacés. 3 Tomes et Atlas. Paris. 1834—1840.

1851. *Milne-Edwards.* Squelette tégumantaire des Crustacés décapodes (Annales d. sciences naturelles. Série III, T. 16. Zoologie).

1854. *W. Zencker.* Ueber *Asellus aquaticus* (Archiv f. Naturgeschichte. T. XX).

1855. *Leydig.* Zum feineren Bau der Arthropoden (Archiv f. Anat., Physiologie u. wissen. Medicin).

1860. *K. Langer.* Ueber den Gelenksbau bei den Arthropoden. (Denkschriften d. K. Akademie d. Wissenschaften m.-n. Classe. T. 18). Wien.

— *F. Leydig.* Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse etc. (Archiv f. Anatomie, Physiol. u. wissensch. Medicin).

— *J. Schöbl. Typhloniscus* (Sitzungsberichte der m.-n. Classe d. K. Akademie der Wissenschaften. T. 40). Wien.

1863. *V. Hensen.* Studien über das Gehörorgan der Dekapoden (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. T. 13).

1867. *A. Dohrn.* Die embryonale Entwickelung des *Asellus aquaticus* (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. T. 17).

— *G. O. Sars.* Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania.

1868. *V. Lemoine.* Recherches pour servir à l'histoire des systèmes nerveux, musculaire et glandulaire de l'écrévisse (Annales des sciences naturelles. V Série. Zoologie).

1869. *E. van Beneden.* Observations sur le développement de l'*Asellus aquaticus* (Bulletin de l'Académie Royale de Belgique. T. 28 (2-me série)). Bruxelles.

1878. *F. Leydig.* Ueber Amphipoden und Isopoden (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. T. 30 supl.).

1879. *T. Huxley.* The Crayfish.

880. *J. Schöbl.* Ueber die Fortfplanzung isopoder Crustaceenn (Archiv f. mikroskop. Anatomie. T. 17).

11881. *S. Jourdain.* Recherches sur les poils à batonnet de l'a-

tenne interne des crustacés, précédées de quelques remarques sur les poils dits olfactifs [auditifs?] (Journal de l'Anatomie et d. l. Physiologie. T. 17).

1882. *M. Hartog.* On the Nature of the „Telson" and „Caudal furca" of the Crustacea (Nature). London.

1883. *Dr. Boas.* Studien über die Verwandschaftsbeziehungen der Malakostraken (Morphol. Jahrbuch. T. 8).

— *H. Friederich.* Die Geschlechtsverhältnisse der Onisciden (Zeitschr. f. Naturwissenschaften. T. 56). Halle.

— *A. Gerstaecker. Isopoda* (in Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs). 1881—1883.

— *D. Huet.* Nouvelles recherches sur les crustacés isopodes (Journal de l'Anatomie et d. l. Physiologie. T. 19).

1886. *F. Leydig.* Die Hautsinnesorgane der Arthropoden (Zool. Anzeiger. T. 9).

1887. *C. Claus.* Ueber die morphologische Bedeutung der lappenförmigen Anhänge am Embryo der Wasserassel (Anzeiger der K. Akademie d. Wissenschaften). Wien.

— *Yves Delage.* Sur une fonction nouvelle des Othocystes, comme organes d'orientation locomotrice. (Archiv d. Zoologie expérimentale et générale. T. V (2-me série)).

— *G. Pfeffer* (1). Beitrag zur Morphologie der Dekapoden und Isopoden (Abhandl. aus d. Gebiete der Naturwissenschaften. T. X). (Festschrift zum 50. Jahr) Hamburg.

— *G. Pfeffer* (2). Die Krebse von Süd-Georgien (Jahrbuch der Hamburgisch. Wissenschaftl. Anstalten. T. IV). Hamburg.

— *Schneider.* Ein bleicher *Asellus* in den Gruben von Freiburg (Sitzungsberichte d. K. preus. Akademie der Wissensch. T. 30, p. IV). Berlin.

1888. *Rosenstadt.* Beitrag zur Kenntniss der Organisation von *Asellus aquaticus* und verwandter Isopoden. (Biolog. Centralbl. T. 8).

— *Spence Bate.* Report on the *Crustacea Macrura* collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76 (Report scient. results Challenger, Zool. T. 24). London.

1890. *Leichmann.* Ueber die Eiablage und Befruchtung bei *Asellus aquaticus* (Zoolog. Anzeiger. T. 13).

1891. *J. Demoor.* Recherches sur la marche des crustacés (Archives de Zoologie expérimentale et générale. T. 9 (2-me série).

— *J. Nusbaum* (1). Beiträge zur Embryogenie der Isopoden (Biolog. Zentralblatt. T. 11).
— *J. Nusbaum* (2). Zur Morphologie der Isopodenfüsse (Biolog. Zentralblatt. T. II).
— *O. vom Rath.* Zur Kenntniss der Hautsinnesorgane der Crustaceen (Zoolog. Anzeiger. T. XIV).
1893. *H. Hansen.* Zur Morphologie der Gliedmassen und Mundteile bei Crustaceen und Insecten (Zoolog. Anzeiger. T. XVI).
— *J. Nusbaum.* Materyaly do embryogenii i histogenii równonogów (Rozprawy Akademii Umiejetnósci. Matprz. Serya II. T. V). Krakowie.
1895. *Th. List.* Morphol.-biologische Studien über den Bewegungsapparat der Arthropoden (Morphol. Jahrb. T. 22).
1896. *O. vom Rath.* Zur Kenntniss der Hautsinnesorgane und des sensiblen Nervensystems der Arthropoden (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. T. 61).
1898. *J. Kimus.* Sur les Branchies des Crustacés (Anatom. Anzeiger. T. XV).
1901. *O. Jackel.* Ueber die Organisation der Trilobiten (Zeitschr. der deutschen geologisch. Gesellschaft. T. 53).
— *Lang.* Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere.
1903. *C. Börner.* Die Beingliederung der Arthropoden (Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturforsch. Freunde). Berlin.
— *C. Verhoeff.* Tracheaten-Beine. (Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturfor. Freunde). Berlin.

Addenda:

1885. *G. O. Sars,* Report on the Schizopoda, collected by H. M. S. Challenger, during the years 1873—76 (Report scient. results Challenger. Zoology. T. 13). London.
1900. *W. Bateson.* On a case of Homaeosis in Crustacean of the Genus Asellus—Antennule replaced by a Mandible (Proc. Zool. Soc.). London.

Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1910.

Von

Prof. Dr. Ernst Leyst.

Die meteorologischen Beobachtungen im meteorologischen Observatorium des Physiko-Geographischen Instituts der Kaiserlichen Moskauer Universität wurden im Jahre 1910 unter der Leitung des Privat-Dozenten der physikalischen Geographie und der Meteorologie an der Universität Magstrd. A. A. Speranskij von den Herren M. Lebedew, S. Speransky und S. Sacharko ausgeführt. Von denselben Herren wurden auch die Aufzeichnungen der selbstregistrirenden Instrumente bearbeitet, mit Ausnahme der Richtung und der Geschwindigkeit des Windes, welche Elemente von dem Laboranten des Instituts Herrn W. Hanewskij bearbeitet wurden. Dem Letztern habe ich auch die Constantenbestimmungen des Anemographen übertragen. An der Ausführung der Terminbeobachtungen betheiligte sich Herr A. Gedraitis; von ihm sind die Morgen- und Abendbeobachtungen in der Mehrzahl der Fälle ausgeführt worden.

Die Coordinaten des Beobachtungsorts betragen:

55° 45′ geographische Breite
37° 34′ östliche Länge von Greenwich
156 Meter Seehöhe.

Die directen Beobachtungen wurden an den Terminen 7^h. a. m., 1^h. p. m. und 9^h. p. m. ausgeführt und zwar nach mittlerer Moskauer Zeit.

Luftdruck.

Die Luftdruck-Werthe wurden nach einem grossen Aneroid-Barographen von Richard frères in Paris bearbeitet. Ausserdem functionierte regelmässig ein Quecksilber-Anemograph von Sprung-Fuess und ein von Richard frères bezogenes Baromètre à Poids mit Tagesumlauf.

Die Stundenmittel des Luftdrucks ergaben für die einzelnen Monate folgende Mittelwerthe.

Täglicher Gang des Luftdrucks im Jahre 1910.

700 mm. +

STUNDEN.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	November	December.	Jahr.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1^h a. m.	44.4	55.6	49.6	48.0	47.6	46.7	43.0	43.5	52.0	50.7	50.1	48.8	48.3
2 „	44.4	55.6	49.5	48.0	47.6	46.8	43.1	43.5	52.0	50.6	50.0	48.8	48.3
3 „	44.3	55.6	49.5	48.0	47.6	46.8	43.1	43.6	52.1	50.6	50.0	48.8	48.3
4 „	44.2	55.5	49.4	47.9	47.6	46.9	43.1	43.6	52.1	50.5	50.0	48.6	48.3
5 „	44.1	55.5	49.4	48.0	47.6	46.9	43.1	43.6	52.1	50.5	50.0	48.5	48.4
6 „	44.0	55.5	49.4	48.1	47.7	47.0	43.3	43.7	52.2	50.4	50.0	48.5	48.3
7 „	43.9	55.5	49.4	48.2	47.8	47.1	43.3	43.8	52.2	50.4	50.1	48.4	48.3
8 „	43.9	55.6	49.4	48.2	47.9	47.1	43.3	43.8	52.3	50.4	50.3	48.5	48.4
9 „	44.0	55.6	49.5	48.2	47.9	47.1	43.4	43.9	52.3	50.5	50.4	48.6	48.4
10 „	44.0	55.8	49.6	48.3	47.9	47.0	43.4	44.0	52.2	50.5	50.5	48.7	48.5
11 „	43.9	55.9	49.6	48.2	47.8	47.0	43.4	44.1	52.2	50.5	50.6	48.8	48.5

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Mittag	43.7	55.8	49.6	48.1	47.7	46.9	43.3	44.0	52.0	50.4	50.6	48.7	48.4
1h p. m.	43.6	55.7	49.6	48.1	47.6	46.8	43.3	44.0	52.1	50.3	50.5	48.6	48.4
2 „	43.6	55.7	49.5	48.0	47.4	46.6	43.2	44.0	51.7	50.1	50.5	48.7	48.3
3 „	43.7	55.8	49.5	47.8	47.2	46.4	43.0	43.9	51.6	50.1	50.5	48.7	48.3
4 „	43.8	55.9	49.5	47.7	47.1	46.2	42.9	43.8	51.6	50.0	50.6	48.7	48.2
5 „	43.9	55.8	49.4	47.6	47.0	46.2	42.8	43.7	51.5	50.1	50.7	48.7	48.1
6 „	44.0	55.9	49.5	47.6	47.0	46.1	42.9	43.7	51.5	50.2	50.8	48.6	48.2
7 „	44.0	55.9	49.6	47.6	47.1	46.2	42.9	43.6	51.6	50.3	50.8	48.6	48.2
8 „	44.1	56.0	49.6	47.7	47.2	46.2	43.0	43.7	51.6	50.3	50.8	48.5	48.2
9 „	44.1	56.0	49.6	47.8	47.3	46.3	43.2	43.7	51.7	50.4	50.8	48.5	48.3
10 „	44.2	56.0	49.5	47.8	47.3	46.4	43.2	43.6	51.7	50.4	51.0	48.5	48.3
11 „	44.3	56.1	49.5	47.8	47.3	46.5	43.2	43.6	51.7	50.5	51.0	48.5	48.3
12 „	44.3	56.1	49.4	47.8	47.4	46.6	43.3	43.6	51.7	50.4	51.0	48.4	48.3
Mittel	44.0	55.8	49.5	47.9	47.5	46.7	43.2	43.8	51.9	50.4	50.5	48.6	48.3

Die wahren 24-stündigen Monatsmittel hatten im Vergleich zu den Normalwerthen folgende Verhältnisse.

	1910.	Normal.	Abweichungen.
Januar	744.0 mm.	749.4 mm.	—5.4 mm.
Februar	55.8 „	46.0 „	+9.8 „
März	49.5 „	48.9 „	+0.6 „
April	47.9 „	48.4 „	—0.5 „
Mai	47.5 „	47.9 „	—0.4 „
Juni	46.7 „	44.9 „	+1.8 „
Juli	43.2 „	44.4 „	—1.2 „
August	43.8 „	45.8 „	—2.0 „
September . .	51.9 „	47.1 „	+4.8 „

		Normal.	Abweichungen.
October . . .	50.4 mm.	48.8 mm.	+1.6 mm.
November . .	50.5 „	47.2 „	+3.3 „
December . .	48.6 „	48.0 „	+0.6 „
Jahr.	748.3 mm.	747.2 mm.	+1.1 mm.

Besonders starke Abweichungen im Sinne zu hohen Luftdrucks haben die Monate Februar und September aufzuweisen, während der Januar sich durch einen zu kleinen Werth auszeichnet.

Die einzelnen Stundenwerthe lagen in den folgenden Grenzen:

1910.	Maximum.	Minimum.	Differenz.
Januar	760.9 mm.	718.1 mm.	42.8 mm.
Februar	63.1 „	40.2 „	22.9 „
März	63.0 „	36.2 „	26.8 „
April	60.2 „	34.2 „	26.0 „
Mai	59.0 „	36.3 „	22.7 „
Juni	58.2 „	35.7 „	22.5 „
Juli	49.3 „	35.7 „	13.6 „
August	53.3 „	31.7 „	21.6 „
September . . .	62.0 „	31.7 „	30.3 „
October	66.3 „	33.3 „	33.0 „
November . . .	75.7 „	27.9 „	47.8 „
December . . .	68.1 „	23.4 „	44.7 „
Jahresmittel . .	761.6 mm.	732.0 mm.	29.6 mm.
Jahresextreme .	775.7 „	718.1 „	57.6 „

Der November hatte ein sehr hohes Maximum und der Januar ein sehr tiefes Minimum, doch waren beide Werthe in den Grenzen der in den fünf letzten Jahren beobachteten Grössen. Der Januar 1907 hatte ein Maximum im Betrage von 776.4 mm., also um 0.7 mm. höher, als im Jahre 1910, und das vorhergehende Jahr 1906 hatte ein Minimum von 714.6 mm. im December, oder um 3.5 mm. tiefer, als im Berichtsjahr. Was jedoch im Jahre 1910 auffällt, das ist die Gleichmässigkeit im Luftdruck im Juli, denn in

diesem Monat schwankte das Barometer in den Grenzen von 13.6 mm., oder von 6.1 mm. über dem Julimittel bis 7.5 mm. unter dem Mittel. Diese Grenze ist für Moskau eine sehr enge, während das Observatorium in Batavia in 40 Jahren keine grösseren Amplituden hat registriren können, als der Juli 1910 im Moskau.

Im Verlauf von 24 Stunden schwankte der Luftdruck in den einzelnen Monaten im Mittel in den folgenden Grenzen:

1910.	Mittlere Tages- Maxima.	Minima.	Amplituden.
Januar	747.7 mm.	740.8 mm.	6.9 mm.
Februar	57.3 „	54.2 „	3.1 „
März	51.5 „	47.5 „	4.0 „
April	49.5 „	46.3 „	3.2 „
Mai	49.1 „	45.7 „	3.4 „
Juni	47.9 „	45.3 „	2.6 „
Juli	44.7 „	41.7 „	3.0 „
August	45.5 „	41.6 „	3.9 „
September . . .	53.7 „	49.8 „	3.9 „
October	53.2 „	47.5 „	5.7 „
November . . .	52.8 „	48.0 „	4.8 „
December . . .	51.4 „	45.9 „	5.5 „
Jahresmittel . .	750.4 mm.	746.2 mm.	4.2 mm.

Vergleicht man dieses Jahr mit den letzteren Jahren, so findet man, dass nur das Vorjahr im Mittel eine kleinere mittlere Tagesamplitude von 4.0 mm. hatte, während in den anderen Jahren die Beträge grösser waren.

Die einzelnen Werthe der Tages-Amplituden schwankten in den folgenden Grenzen:

1910.	Grösste Tagesamplitude.	Kleinste	Differenz.
Januar	19.4 mm.	0.7 mm.	18.7 mm.
Februar	10.5 „	0.3 „	10.2 „
März	8.2 „	0.9 „	7.3 „
April	7.8 „	0.6 „	7.2 „

	Grösste.	Kleinste.	Differenz.
	Tagesamplitude.		
Mai	9.2 mm.	0.8 mm.	8.4 mm.
Juni	4.7 „	1.0 „	3.7 „
Juli	8.6 „	0.8 „	7.8 „
August	10.9 „	0.9 „	10.0 „
September . . .	11.2 „	0.4 „	10.8 „
October	19.3 „	0.7 „	18.6 „
November . . .	14.6 „	1.2 „	13.4 „
December . . .	18.5 „	0.7 „	17.8 „
Jahresmittel . .	11.9 mm.	0.8 mm.	11.1 mm.
Jahresextreme . .	19.4 „	0.3 „	19.1 „

Wenn man erwägt, dass im Januar 1905 eine Tagesamplitude von 29.9 mm. beobachtet wurde, und im März desselben Jahres die kleinste Tagesamplitude 0.3 mm. betrug, so wird man die diesjährigen Grenzen für normal halten, wenn man aber das Jahresmittel 11.9 mm. mit den vorhergehenden vergleicht, so wird man finden, dass nur die Jahre 1907 und 1909 noch kleinere Werthe hatten, nämlich 11.3 mm. und 11.4 mm., während das Jahr 1905 den Werth 14.3 mm. erreichte.

Wir haben nach dem Vorhergehenden im Jahre 1910 folgende erwähnenswerthe Abweichungen im Luftdruck hervorzuheben:

Februar und September hatten sehr hohen und der Januar sehr niedrigen Luftdruck im Monatsmittel. Juli zeichnete sich durch gleichmässigen Luftdruck aus, so dass die Monatsamplitude klein ausfiel. Die Tagesamplituden waren in den Mittelwerthen kleiner, als im allgemeinen Durchschnitt, obgleich die Monate Januar, October und December recht grosse Tagesschwankungen hatten.

Lufttemperatur.

Die Registrirungen des grossen Richard'schen Thermographen, der in der Wild'schen Hütte in der Höhe von 3 Meter über dem Erdboden aufgestellt ist, ergaben folgende wahre 24-stündige Mittelwerthe, denen die Normaltemperatur der einzelnen Monate und die diesjährigen Abweichungen von den Normalwerthen beigefügt sind.

1910.	Temperatur.	Normal.	Abweichungen.
	0	0	0
Januar	— 7.2	—11.0	+3.8
Februar	— 6.1	— 9.6	+3.5
März	— 1.5	— 4.8	+3.3
April	7.6	3.5	+4.1
Mai	13.5	11.7	+1.8
Juni	16.6	16.4	+0.2
Juli	19.1	18.9	+0.2
August	14.8	17.1	—2.3
September . .	10.9	11.2	—0.3
October . . .	2.4	4.3	—1.9
November . . .	— 1.5	— 2.4	+0.9
December . . .	— 2.6	— 8.2	+5.6
Jahresmittel . .	5.5	3.9	+1.6

Es zeigt sich, dass alle Monate mit Ausnahme von August, September und October zu warm waren, wobei der December sich durch eine hohe Temperatur ganz besonders auszeichnete, indem er um 5°.6 wärmer war als erwartet werden konnte. Der Winter 1909—1910 zeichnete sich durch gelinde Kälte aus, denn schon der December 1909 war, um 4°.5 zu warm und die späteren Monate folgten mit fast ebenso gelinder Witterung. Vom September 1909 bis Juli 1910 hatten alle Monate eine zu hohe Temperatur und nach den meteorologischen Jahreszeiten findet man als Abweichung von der Normaltemperatur:

Herbst 1909	+2°.3
Winter 1909—1910 . .	+3°.9
Frühling 1910	+3°.1
Sommer 1910	—0°.6
Herbst 1910	—0°.4

Hierauf folgte wieder ein gelinder Winter.

Nachdem die Jahre 1907 und 1908 besonders niedrige Temperaturen gehabt hatten, und von 24 Monaten nur 5 eine Temperatur gehabt hatten, die über normal stand, und selbst im Jahre 1909 nur 4 Monate mit positiven Abweichungen waren, begann im September 1909 eine warme Periode, die sich als sehr anhaltend er-

wies und nur durch die beiden kälteren Monate August und October 1910 unterbrochen wurde.

Vergleicht man die Temperatur-Abweichungen mit den Luftdruck-Abweichungen, so ersieht man, dass dem niedrigen Luftdruck im Januar auch eine hohe Temperatur entspricht, was dafür spricht, dass Moskau vorwiegend in den südlichen Theilen von Cyclonen lag. Die hohe December-Temperatur war nach dem mittleren Luftdruck nicht zu erwarten, aber die grossen Tagesschwankungen des Luftdrucks in diesem Monat weisen auf starke Cyclonen und diese erklären die gelinden December-Temperatur. Ganz besonders merkwürdig ist der Februar, der einen Luftdruck hat, der um fast 10 mm. den normalen überschreitet, also anticyclonenreich war, und dessen ungeachtet ist seine Temperatur um 3°.5 höher, als die normale. Freilich ist die 1910 beobachtete Februar-Temperatur von —6°.1 nicht selten, denn im Februar 1904 hatten wir sogar —5°.0, aber die Combination von +3°.5 Abweichung der Lufttemperatur mit +9.8 mm. Abweichung des Luftdruckes ist sehr bemerkenswerth.

Betrachten wir nunmehr die Monats-Extreme. Man beobachtete:

1910.	Monats-Maximum.	Monats-Minimum.	Differenz.
	°	°	°
Januar	2.8	—32.5	35.3
Februar . . .	1.1	—16.5	17.6
März	8.3	—17.6	25.9
April	23.6	— 9.1	32.7
Mai	25.8	— 0.6	26.4
Juni	31.5	2.8	28.7
Juli	30.6	5.6	25.0
August	32.4	4.4	28.0
September . .	24.3	— 1.7	26.0
October . . .	13.3	— 7.0	20.3
November . . .	8.0	—14.9	22.9
December . . .	3.2	—14.4	17.6
Jahresmittel . .	17.1	— 8.5	25.6
Jahresextreme .	32.4	—32.5	64.9

Ein hinreichend niedriges Minimum der Temperatur in den kalten Monaten hat nur der Januar mit —32°.5, während das Minimum

im Februar ungewöhnlich hoch ist, selbst höher als das Minimum des ersten Frühlingsmonats März. Die beiden Wintermonate, nämlich Januar und December des Jahres 1910 haben ein höheres Monats-Minimum, als die vorhergehenden Jahre, und in Folge des hohen Minimum ist auch das Monatsmittel ein hohes, obgleich das Monats-Maximum sich in den üblichen Grenzen hielt. Das Januar-Minimum ist freilich recht niedrig, —32°.5; der Januar hat ein solches tiefes Minimum seit dem Januar 1907 nicht gehabt und das Januar-Minimum des vorigen Jahres stand um 7°.9 höher, als das des Berichtsjahres. Das mittlere hohe Monatsmittel der Temperatur des diesjährigen Januars, trotz des tiefen Monats-Minimum, erklärt sich dadurch, dass die niedrige Temperatur nur kurze Zeit anhielt und nur die sechs Tage, vom 5. bis 10. Januar hatten Minima von —17°.0 und niedriger.

Sehr auffallend ist das niedrige Juli-Minimum mit 5°.6, eine Grösse, die selten beobachtet wird. Im März und November wurden Thermometer-Ablesungen notiert, die 8°.0 und 8°.3 betrugen und somit um $2^1/_2$° höher standen, als eine Sommertemperatur im heissesten Monat, am 19. Juli 1910.

Das verhältnissmässig hohe Maximum dieses Jahres +32°.4 in Verbindung mit dem tiefen Minimum —32°.5 ergiebt eine Jahres-Amplitude von 64°.9, während das Vorjahr ein Maximum von +29°.4 und ein Minimum von —27°.2 hatte, also eine Jahresamplitude von 56°.6 aufweisen konnte, die um 8°.3 oder um 14% kleiner ist, als die diesjährige. Wenn man bedenkt, dass das absolute im Universitäts-Observatorium in Moskau beobachtete Maximum +35°.7 und das absolute Minimum —37°.0 betrug, so sieht man, dass das Maximum des Jahres nur um 3°.3 niedriger und das Minimum nur um 4°.5 höher stand, als die absoluten Extreme. Von den vorhergehenden 16 Jahren hatten nur 1895 und 1900 noch grössere Jahres-Amplituden, nämlich 66°.5 und 69°.9.

Vergleicht man das Jahr 1910 mit 1906, so findet man in beiden Jahren bei niedrigen Minima der Sommermonate hohe Monatsmittel mit kaltem August und September. Sehr bemerkenswerth ist es, dass der August in allen letzten Jahren zu kalt gewesen ist und zwar seit 1902.

Für den täglichen Gang wurden folgende Werthe ermittelt.

Täglicher Gang der Lufttemperatur im Jahre 1910.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
1ʰ a. m.	— 7.7°	— 6.4°	— 2.9°	4.5°	9.4°	11.9°	15.4°	12.8°	8.0°	1.3°	—1.6°	—2.8°	3.5°
2 „	— 7.8	— 6.6	— 3.2	3.9	8.6	11.0	14.9	12.4	7.5	1.0	—1.8	—2.7	3.1
3 „	— 7.9	— 6.8	— 3.4	3.5	8.1	10.3	14.3	12.1	7.1	0.8	—2.0	—2.7	2.8
4 „	— 8.0	— 7.0	— 3.6	3.1	7.6	9.9	14.2	11.6	6.7	0.7	—2.1	—2.8	2.5
5 „	— 8.1	— 7.1	— 3.8	2.8	7.8	10.5	14.6	11.5	6.3	0.6	—2.2	—2.8	2.5
6 „	— 8.1	— 7.2	— 4.1	3.0	9.3	12.5	15.6	11.9	6.3	0.4	—2.2	—2.9	2.9
7 „	— 8.0	— 7.3	— 3.9	4.5	11.3	14.9	17.0	13.0	7.1	0.5	—2.3	—2.9	3.7
8 „	— 7.9	— 7.4	— 3.3	5.8	13.3	16.9	18.5	14.2	8.8	1.1	—2.2	—2.9	4.6
9 „	— 7.8	— 7.1	— 2.3	7.5	15.0	18.4	19.7	15.2	11.2	2.2	—2.0	—2.9	5.6
10 „	— 7.0	— 6.5	— 1.2	9.2	16.1	19.2	20.9	16.1	13.0	3.1	—1.6	—2.7	6.6
11 „	— 6.8	— 5.8	— 0.4	10.4	16.8	19.8	21.7	16.8	14.3	3.8	—1.2	—2.5	7.2
Mittag	— 6.4	— 5.1	0.6	11.4	17.6	20.5	22.3	17.6	15.1	4.3	—0.8	—2.3	7.9
1ʰ p. m.	— 6.2	— 4.8	0.9	11.7	17.6	20.9	22.7	17.7	15.6	4.9	—0.6	—2.2	8.2
2 „	— 6.1	— 4.5	1.2	11.8	18.2	21.4	23.0	18.0	15.8	5.1	—0.4	—2.3	8.4
3 „	— 6.3	— 4.5	1.4	11.9	18.4	21.7	23.5	18.1	15.9	5.1	—0.5	—2.3	8.5
4 „	— 6.6	— 4.8	1.0	11.7	18.0	21.9	23.5	17.6	15.4	4.6	—0.8	—2.5	8.2
5 „	— 6.8	— 5.2	0.4	11.6	17.6	21.2	23.2	17.6	14.7	3.9	—1.0	—2.7	7.9
6 „	— 7.0	— 5.3	— 0.3	10.7	16.4	20.5	22.4	16.6	13.5	3.1	—1.2	—2.7	7.2
7 „	— 6.9	— 5.5	— 0.8	9.6	15.6	19.9	21.3	15.6	12.1	2.7	—1.3	—2.6	6.6
8 „	— 6.9	— 5.8	— 1.2	8.4	14.1	18.2	20.0	14.8	11.1	2.4	—1.4	—2.5	5.9
9 „	— 7.0	— 6.1	— 1.5	7.6	12.9	16.4	18.7	14.2	10.0	2.1	—1.4	—2.5	5.3
10 „	— 7.1	— 6.2	— 1.9	6.8	12.1	14.9	17.8	13.8	9.5	1.8	—1.5	—2.6	4.8
11 „	— 7.2	— 6.5	— 2.2	6.0	11.0	13.8	17.0	13.5	9.1	1.4	—1.6	—2.6	4.3
12 „	— 7.3	— 6.7	— 2.5	5.5	10.1	12.9	16.2	13.0	8.4	1.1	—1.7	—2.6	3.9
Mittel	— 7.2	— 6.1	— 1.5	7.6	13.5	16.6	19.1	14.8	10.9	2.4	—1.5	—2.6	5.5

Wir wollen diesen täglichen Gang mit einem normalen vergleichen, der nach sämmtlichen Beobachtungen des Universitäts-Observatoriums in den Jahren 1892 bis 1910 abgeleitet ist. Für einen solchen Vergleich ist es besser, den jährlichen Gang, also die Differenz 24^h—0^h nicht zu eliminiren. In dem Falle erhält man folgende Extreme und nach graphischer Interpolation nachstehende Eintritts-Zeiten derselben, wie auch folgende Amplituden der Tagescurve.

	Minimum.		Maximum.		Amplitude der
1892—1910.	Betrag.	Eintrittszeit.	Betrag.	Eintrittszeit.	Tagescurve.
	°	h	°	h	°
Januar . . .	—10.5	6.5 a. m.	— 8.5	2.2 p. m.	2.0
Februar . . .	—10.2	7.0 „	— 6.5	2.5 „	3.7
März	— 6.8	5.8 „	— 1.1	2.5 „	5.7
April	0.0	4.9 „	7.5	2.8 „	7.5
Mai	7.0	4.2 „	16.8	3.6 „	9.8
Juni	11.2	3.7 „	20.6	3.0 „	9.4
Juli	13.2	3.9 „	22.5	3.5 „	9.3
August . . .	11.9	4.7 „	21.0	2.7 „	9.1
September . .	7.2	5.5 „	14.4	2.5 „	7.2
October . . .	2.8	6.5 „	7.6	2.3 „	4.8
November . .	— 3.1	6.0 „	— 1.3	1.5 „	1.8
December . .	— 8.7	8.0 „	— 7.3	1.5 „	1.4

Die Eintrittszeit des Minimum fällt nicht genau mit dem Sonnenaufgang zusammen und im Winter, besonders im Januar, tritt das Minimum längere Zeit vor Sonnenaufgang ein. Mehr Regelmässigkeit findet man in dem Eintritt des Maximum, zwischen $1^h.5$ und $3^h.6$ p. m., also im Verlauf von 2 Stunden, während das Minimum in seiner Eintrittszeit von $3^h.7$ a. m. bis 8^h. a. m. variirt, also innerhalb 4.3 Stunden, oder in Grenzen, die zweimal weiter auseinander liegen, als beim Maximum. Die Amplitude der Tagescurve schwankt von $1^0.4$ im December bis $9^0.8$ im Mai. Die grösste Amplitude mit der spätesten Eintrittszeit des Maximum findet man nicht beim höchsten Sonnenstande, sondern im Mai, was durch Bewölkungs-Verhältnisse erklärlich ist.

Entnimmt man unserer obigen Tabelle für das Jahr 1910 die

Extreme und Eintrittszeiten, wie auch die Amplituden, so findet man folgende Werthe.

1910.	Minima. Betrag.	Minima. Eintrittszeit.	Maxima. Betrag.	Maxima. Eintrittszeit.	Amplitude der Tagescurve.
	0	h	0	h	0
Januar	— 8.1	5.5 a. m.	— 6.1	1.8 p. m.	2.0
Februar	— 7.4	7.7 „	— 4.5	2.5 „	2.9
März	— 4.1	6.1 „	1.4	2.8 „	5.5
April	2.8	5.1 „	11.9	2.7 „	9.1
Mai	7.6	4.3 „	18.4	2.7 „	10.8
Juni	9.9	3.9 „	21.9	3.7 „	12.0
Juli	14.2	3.6 „	23.5	3.5 „	9.3
August	11.5	4.6 „	18.1	2.6 „	6.6
September . .	6.3	5.5 „	15.9	2.6 „	9.6
October	0.4	6.3 „	5.1	2.5 „	4.7
November . .	— 2.3	7.0 „	— 0.4	2.2 „	1.9
December . .	— 2.9	7.5 „	— 2.2	1.0 „	0.7

Die Minima stehen im Jahre 1910 in allen Monaten, mit Ausnahme des Juni und August bis October, höher als im Mittel. Auch die Maxima stehen in allen Monaten, jedoch mit Ausnahme nur von August und October, höher, als im Mittel vieler Jahre. Die Amplitude ist im Juni und September um $2^1/_2{}^0$ grösser, als gewöhnlich, und in Folge der höheren Tagestemperaturen ist die Mitteltemperatur, trotz dem niedrigen Morgen-Minimum, im Juni höher, als die normale, und im September nahezu normal.

In den Eintrittszeiten findet man nur in den Monaten November bis Februar erhebliche Abweichungen, die eine volle Stunde erreichen. Das Maximum ist im Mai fast um eine Stunde zu früh und im Juni um 0.7 Stunden zu spät eingetreten. Das letztere zeigt sich auch im November.

Die mittleren Tages-Maxima, die mittleren Tages-Minima und ihre Differenzen, also die mittleren Tages-Amplituden haben nachstehende Werthe. Die mittleren Extreme und ihre Differenzen gehen natürlich weiter auseinander, als die oben angegebenen für die mittlere Tagescurve geltenden Werthe, weil in den ersteren ausser den periodischen auch die nicht periodischen Variationen enthalten sind.

1910.	Mittlere Tages-Maxima. 0	Mittlere Tages-Minima. 0	Mittlere Tages-Amplituden. 0
Januar	— 4.2	—10.8	6.6
Februar	— 3.6	— 8.7	5.1
März	2.3	— 5.3	7.6
April	12.9	2.4	10.5
Mai	19.9	7.0	12.9
Juni	23.0	9.6	13.4
Juli	24.9	13.6	11.3
August	19.6	10.7	8.9
September . . .	16.7	5.3	11.4
October	6.1	— 0.9	7.0
November . . .	0.6	— 3.4	4.0
December . . .	— 1.1	— 4.3	3.2
Jahresmittel . .	9.8	1.3	8.5

Die Tagesamplituden lagen in den nachstehenden Grenzen:

1910.	Grösste Tages-amplitude. 0	Kleinste Tages-amplitude. 0	Differenz. 0
Januar	14.1	1.6	12.5
Februar	9.1	1.5	7.6
März	14.6	3.3	11.3
April	16.7	5.7	11.0
Mai	17.6	7.5	10.1
Juni	18.3	6.6	11.7
Juli	16.3	2.5	13.8
August	15.1	3.3	11.8
September	16.1	3.2	12.9
October	14.1	0.8	13.3
November	7.7	1.0	6.7
December	6.8	0.6	6.2
Jahresmittel . . .	13.9	3.1	10.8
Jahresextreme . .	18.3	0.6	17.7

Aus der Seite 517 mitgetheilten Tabelle ist ersichtlich, dass nur die Monate Juni, Juli und August frostfrei waren, während sowohl

der Mai, als auch der September Temperaturen unter Nullgrad hatten. Der letzte Frühlingsfrost wurde am 26. Mai und der erste Herbstfrost am 19. September verzeichnet. Obgleich das Jahr 1910 ein warmes war, und der Mai sogar eine Temperatur hatte, die höher als die normale war, so war doch nur eine Periode von 115 Tagen ganz frostfrei und auch in dieser Zeit, selbst im wärmsten Monat Juli, fiel die Temperatur auf 5°.6. Wie sehr spät der Frost am 26. Mai 1910 eintrat ersieht man daraus, dass im Mai im Durchschnitt alle zwei Jahre ein Mal Frost beobachtet wird und auch dann im Mittel am 4. Mai, so dass der Mai 1910 einen um 3 Wochen verspäteten Maifrost hatte. Ebenso zeitig trat der Herbstfrost ein, der im Jahre 1905 bis zum 11. October ausgeblieben war. Freilich trat im Jahr vorher, im Jahre 1904 der erste Frost am 18. September ein, also um 1 Tag noch früher, als dieses Mal. Das Jahr 1906 war hinsichtlich der Mitteltemperaturen dem Jahr 1910 sehr ähnlich, doch die frostfreie Zeit war um 51 Tage länger, als im Jahre 1910, denn der letzte Frost war damals am 13. April, also volle 6 Wochen früher und der erste Herbstfrost fiel auf den 27. September.

Die Anzahl der Frosttage betrug:

im Januar	30	Tage
„ Februar . . .	28	„
„ März	28	„
„ April	9	„
„ Mai	2	„
„ September . .	4	„
„ October . . .	23	„
„ November . .	20	„
„ December . .	27	„
folglich im Jahr.	171	Tage.

An den Frosttagen fiel die Temperatur auf Nullgrad, konnte aber ein Maximum über Null haben, ja sogar ein recht hohes, wie am 26. Mai 1910, wo das Minimum —0°.6 betrug, also ein Frosttag, während das Maximum desselben Tages +16°.0 lautete. Wenn wir die Tage ohne Thauwetter, also auch das Maximum unter Nullgrad, auswählen, so erhalten wir:

im Januar	17	Tage
„ Februar . . .	25	„
„ März	6	„
„ October . . .	2	„
„ November . . .	11	„
„ December . . .	14	„
somit im Jahr	75	Tage.

Von den Frosttagen hatten im Jahresmittel nur 44% auch den ganzen Tag eine Temperatur unter Null; sogar die Monate Januar, November und December hatten im Ganzen auf 77 Frostage nur 42 Tage ohne Thauweter, also 55%. Nur der Februar hatte an 89% aller Frosttage auch den ganzen Tag über Frost, was mit dem hohen Luftdruck völlig harmoniert.

Die Anzahl der Tage ohne Thauwetter ist in diesem Jahr sehr gering und nur das Jahr 1903 hatte eine um 2 Tage noch kleinere Anzahl, nämlich 73. Wenn man bedenkt, dass das Vorjahr 120 Tage und das Jahr 1908 sogar 131 Tage ohne Thauwetter hatten, so wird man die 75 Tage des Jahres 1910 für gering halten müssen. Auch die Anzahl der Frosttage mit 171 im Jahre 1910 ist verhältnissmässig kleiner, als das vieljährige Durchschnitts-Mittel 173, doch diese Anzahl schwankt in den Grenzen 158 und 193.

Bodentemperatur.

Wie im vorigen Jahr, so wurden auch in diesem Ablesungen an den Thermometern in den Tiefen $0^m.0$, $0^m.2$, $0^m.4$, $0^m.8$, $1^m.6$, $3^m.2$ und $4^m.8$ und am Thermometer an der Oberfläche im Schatten der Psychrometerhütte an den in Russland üblichen Terminen 7^h. a. m., 1^h und 9^h. p. m. ausgeführt, nur in den Tiefen von 1.6 Meter an, wo der tägliche Gang bereits völlig unmerkbar ist, wurden die Beobachtungen nur um 1^h. p. m. ausgeführt.

Die Thermometer-Röhren sind aus Ebonit in der in Russland eingeführten Wanddicke und Durchmesser; an den unteren Enden tragen sie Kupferkappen, welche die Temperatur der entsprechenden Tiefe annehmen sollen. Wie weit die Wärmeleitung dieser

Röhren mit eingeschlossenen Holzstangen, an deren unteren Enden die Thermometer angebracht sind, der Wärmeleitung des Erdbodens in den verschiedenen Jahreszeiten gleichkommt, wenn der Wasservorrath in der Feuchtigkeit des Bodens und der Aggregatzustand des Wassers sich ändert, ist eine Frage, die ich seiner Zeit an der Hand der Beobachtungen in Pawlowsk [1]) behandelt habe und seitdem immer noch offen ist.

Die Ablesungen ergaben folgende Monatsmittel:

	An der Oberfläche.			In der Tiefe 0,0 Meter.		
	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.
Januar . . .	—8.4°	—6.2°	—7.8°	—0.2°*	—0.2°*	—0.3°*
Februar . .	—8.2	—4.6	—7.4	—0.7	—0.7	—0.7
März . . .	—5.2	—0.2	—3.2	—0.5	0.4	—0.2
April . . .	3.8	11.7	4.5	3.8	13.1	5.8
Mai	9.8	16.7	8.9	10.3	18.1	11.9
Juni	12.5	19.1	11.6	12.6	20.2	15.0
Juli	16.3	21.1	15.0	16.1	21.7	17.6
August . . .	13.5	18.1	12.5	13.8	18.6	14.7
September .	6.0	14.6	6.5	8.0	12.9	9.8
October . .	0.0	4.8	0.5	1.7	5.5	2.5
November .	—3.0	—1.0	—2.2	—1.1	—0.3	—0.9
December .	—3.3	—2.5	—3.0	—2.0	—1.5	—1.6
Jahresmittel .	2.8	7.6	3.0	5.2	9.0	6.1

Es ist mir leider noch nicht gelungen stündliche Registrirungen oder directe stündliche Beobachtungen für diese Tiefen einzuführen, um Correctionen für Ableitung der wahren Tagesmittel zu erlangen. Besonders wichtig wäre es den Unterschied an der Oberfläche und in der Tiefe 0.0 Meter im Laufe des Tages und der Nacht festzustellen. Die Tiefe 0.0 Meter ist im Sommer durch den Graswuchs und im Winter durch die Schneedecke vor Ein- und Ausstrahlung im gewissen Sinne geschützt.

---

[1]) E. Leyst. Bodentemperatur in Pawlowsk. Repertorium für Meteorologie, Band XIII, St.-Petersburg. 1890.

	Tiefe 0.2 Meter.			Tiefe 0.4 Meter.		
	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.
	0	0	0	0	0	0
Januar . . .	—1.1	—1.1	—1.1	—0.1	—0.1	—0.1
Februar . .	—0.7	—0.7	—0.7	0.1	0.1	0.1
März	—0.3	—0.3	—0.3	0.0	0.0	0.0
April	4.0	5.4	5.4	4.1	4.2	4.6
Mai	11.2	12.2	12.4	11.2	11.3	11.4
Juni	13.5	14.6	14.9	13.4	13.4	13.8
Juli	16.6	17.4	17.6	16.6	16.6	16.9
August . . .	15.0	15.8	15.8	15.7	15.7	15.9
September .	10.6	11.1	11.2	11.6	11.5	11.6
October . . .	3.8	4.2	4.2	5.3	5.2	5.3
November . .	0.5	0.6	0.5	1.8	1.8	1.7
December . .	—1.1	—1.0	—1.0	—0.3	—0.3	—0.3
Jahresmittel .	6.0	6.5	6.6	6.6	6.6	6.7

	Tiefe 0,8 Meter.			1,6 Met.	3,2 Met.	4,8 Met.
	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	1^h p. m.	1^h p. m.	1^h p. m.
	0	0	0	0	0	0
Januar . . .	1.6	1.6	1.6	3.1	5.7	7.0
Februar . . .	1.3	1.3	1.3	2.2	4.5	6.0
März	1.0	1.0	1.0	1.7	3.6	5.2
April	3.2	3.3	3.3	2.6	3.3	4.6
Mai	9.5	9.6	9.6	7.5	5.0	4.8
Juni	11.4	11.4	11.4	9.6	7.0	6.0
Juli	14.2	14.2	14.2	11.9	8.8	7.2
August . . .	15.1	15.1	15.1	13.7	10.7	8.6
September . .	12.5	12.5	12.5	12.5	11.3	9.7
October . . .	7.9	7.9	7.8	9.5	10.4	9.8
November . .	4.0	4.0	4.0	6.0	8.4	9.1
December . .	1.4	1.4	1.4	3.5	6.4	7.8
Jahresmittel .	6.9	6.9	6.9	7.0	7.1	7.2

Die Monatsextreme an der Oberfläche und in der Tiefe 0.0 Meter hatten folgende Werthe:

	Oberfläche.			Tiefe 0,0 Meter.		
1910.	Maxim.	Minim.	Differenz.	Maxim.	Minim.	Differenz.
Januar . . .	1.0	—33.8	34.8	0.2*	— 1.6*	1.8*
Februar . . .	0.2	—18.8	19.0	0.2	— 1.5	1.7
März	2.5	—20.0	22.5	3.2	— 1.6	4.8
April	21.2	— 7.9	29.1	24.0	— 1.8	25.8
Mai	23.7	— 0.6	24.3	26.5	4.6	21.9
Juni	29.6	6.7	22.9	31.1	8.2	22.9
Juli	26.1	7.6	18.5	25.4	10.5	14.9
August . . .	27.4	7.7	19.7	25.3	7.9	17.4
September . .	20.8	— 1.1	21.9	19.4	1.9	17.5
October . . .	10.7	— 8.2	18.9	12.2	— 1.8	14.0
November . .	6.6	—15.3	21.9	5.6	—11.1	16.7
December . .	1.1	—14.2	15.3	0.5	—11.4	11.9
Jahresmittel .	14.2	— 8.2	22.4	14.5	0.2	14.3
Jahresextreme	29.6	—33.8	63.4	31.1	—11.4	42.5

Das Maximum an der Oberfläche zeigt vom März an höhere Beträge, als das Maximum in der Tiefe 0.0 Meter, denn die Oberflächentemperatur wird im Schatten der Psychrometerhütte beobachtet, während die Tiefe 0.0 Meter doch der Sonnenwirkung ausgesetzt ist. Je nach dem Stande des Graswuchses wird die Insolation des Bodens eine verschiedene sein und nach der Heumahd zeigt sich ein anderer Unterschied, als vorher. Aus dem Grunde wurde das Gras nicht abgemäht und so finden wir mit wachsendem Graswuchs seit dem Juli einen umgekehrten Sinn der Differenzen der Maxima. Im October beim Absterben der Vegetation sehen wir wieder ein höheres Maximum in der Tiefe 0.0 Meter.

Das Minimum in der Tiefe 0.0 Meter ist in allen Monaten höher, als an der Oberfläche, was durch den Schutz der Rasendecke und der Schneedecke sich ohne Weiteres erklärt. Die Ausstrahlung ist in der Tiefe 0.0 Meter nur im Frühling und Herbst besonders bemerkbar und da finden sich Perioden, wo die Unterschiede klein werden. Der Schutz der Rasendecke ist im Sommer darin zu suchen, dass die Ausstrahlung auf den Spitzen der Grashalme grösser ist, als am Boden, und in Folge dessen zeigt das Thermometer auf

dem Rasen eine niedrigere Temperatur, als in der Tiefe 0.0 Meter. Leider lassen die Ablesungen an den drei Terminen die Fragen der Insolation und der Ausstrahlung nicht so klarstellen, wie es bei stündlichen Beobachtungen möglich wäre. Wenn die Seite 517 mitgetheilten Monats-Extreme der Lufttemperatur mit denen der Oberfläche nicht übereinstimmen, so liegt es gerade daran, dass die ersteren nach stündlichen Werthen, die letzteren nach Terminablesungen angegeben sind. Ein gewisser Unterschied wird auch dadurch bedingt, dass die Lufttemperatur von der besonnten Oberfläche abhängt, während die von der Psychrometerhütte beschattete Stelle doch etwas veränderte Verhältnisse darbietet. Das Oberflächen-Thermometer der Wirkung der Sonnenstrahlen aussetzen, hiesse seinen Angaben jeden wissenschaftlichen Werth entziehen.

Wenn wir nur Terminmittel benutzen, so finden wir für die Luft und den Erdboden folgende Jahresmittel nach der Formel $\frac{1}{3}(7^h + 1^h + 9^h)$:

			0
Lufttemperatur		. . . . .	5.7
Oberfläche		. . . . .	4.5
Tiefe	0.0 Meter	. . . . .	6.8
„	0.2 „	. . . . .	6.4
„	0.4 „	. . . . .	6.6
„	0.8 „	. . . . .	6.9
„	1.6 „	. . . . .	7.0
„	3.2 „	. . . . .	7.1
„	4.8 „	. . . . .	7.2

Hier sieht man, dass die Oberflächen-Temperatur sehr beträchtlich von den Bodentemperaturen und der Lufttemperatur abweicht und zwar ist die Temperatur an der Oberfläche zu niedrig. Die einzelnen Termine zeigen, dass der Unterschied Lufttemperatur—Temperatur an der Oberfläche im Jahresmittel beträgt

$$7^h.\ \text{a. m.} = +0^0.9; \quad 1^h.\ \text{p. m.} = +0^0.6; \quad 9^h.\ \text{p. m.} = +2^0.3.$$

Darnach ist der Abendtermin besonders wichtig zur Erklärung der obigen Abweichung und wenn wir nun den Abendtermin in den

einzelnen Monaten verfolgen, so finden wir, dass in den Wintermonaten in der Luft eine im Monatsmittel mindestens um 0°.5 höhere Temperatur herrscht, als auf der Bodenoberfläche, und in den Sommermonaten steigt dieser Unterschied sogar auf 4°.8 (im Juni). Daraus sieht man, dass für eine Ableitung des geothermischen Gradienten weder die Lufttemperatur, noch die Bodenoberfläche oder die Tiefe 0.0 Meter brauchbar sind. Man kann für einen solchen Zweck allenfalls Angaben von 0.2 Meter an verwenden und in dem Falle findet man auf 4.6 Meter den Temperatur-Unterschied von 0°.8, was einen geothermischen Gradienten von 5,8 Meter auf 1° ergiebt.

Die Monats-Extreme für die einzelnen Tiefen von 0.2 Meter an hatten folgende Beträge:

	0.2 Meter.			0.4 Meter.			0.8 Meter.		
Tiefe:	Maximum.	Minimum.	Differenz.	Maximum.	Minimum.	Differenz.	Maximum.	Minimum.	Differenz.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Januar	—0.2	—3.1	2.9	0.3	—0.7	1.0	2.3	1.3	1.0
Februar . .	—0.2	—1.2	1.0	0.2	0.0	0.2	1.3	1.2	0.1
März	0.2	—1.2	1.4	0.2	—0.1	0.3	1.2	0.7	0.5
April	12.6	—0.1	12.7	10.4	0.1	10.3	7.4	0.7	6.7
Mai	14.8	7.5	7.3	13.2	8.9	4.3	10.6	7.5	3.1
Juni	19.4	10.4	9.0	17.3	10.9	6.4	12.8	9.7	3.1
Juli	19.5	13.9	5.6	18.4	14.7	3.7	15.4	12.7	2.7
August . . .	20.5	12.2	8.3	19.3	13.2	6.1	16.5	13.7	2.8
September .	15.4	7.1	8.3	14.7	9.0	5.7	13.9	10.7	3.2
October . . .	9.1	0.7	8.4	9.6	2.2	7.4	10.7	5.2	5.5
November . .	4.5	—5.1	9.6	3.8	—1.0	4.8	5.1	2.8	2.3
December . .	0.0	—6.6	6.6	0.1	—2.3	2.4	2.6	0.6	2.0
Jahresmittel .	9.6	2.9	6.7	9.0	4.6	4.4	8.3	5.6	2.7
Jahresextreme	20.5	—6.6	27.1	19.3	—2.3	21.6	16.5	0.6	15.9

Tiefe:	1.6 Meter. Maximum.	Minimum.	Differenz.	3.2 Meter. Maximum.	Minimum.	Differenz.	4.8 Meter. Maximum.	Minimum.	Differenz.
Januar . . .	4.0	2.5	1.5	6.4	5.0	1.4	7.5	6.5	1.0
Februar . .	2.6	2.0	0.6	5.0	4.4	0.6	6.4	5.6	0.8
März	2.0	1.3	0.7	4.1	3.2	0.9	5.6	4.8	0.8
April	5.0	1.5	3.5	3.7	3.2	0.5	4.8	4.4	0.4
Mai	8.4	5.3	3.1	6.2	3.8	2.4	5.4	4.4	1.0
Juni	10.6	8.4	2.2	8.0	6.2	1.8	6.5	5.4	1.1
Juli	12.9	10.6	2.3	9.8	8.0	1.8	7.9	6.6	1.3
August . . .	14.1	13.1	1.0	11.2	9.8	1.4	9.3	8.0	1.3
September . .	13.2	11.3	1.9	11.3	11.1	0.2	10.0	9.4	0.6
October . . .	11.2	7.5	3.7	11.0	9.5	1.5	10.0	9.6	0.4
November . .	7.4	5.0	2.4	9.4	7.4	2.0	9.6	8.5	1.1
December . .	4.8	2.9	1.9	7.4	5.5	1.9	8.5	7.2	1.3
Jahresmittel .	8.0	6.0	2.0	7.8	6.3	1.5	7.6	6.7	0.9
Jahresextreme	14.1	1.3	12.8	11.3	3.2	8.1	10.0	4.4	5.6

Zum ersten Mal werden hier Bodentemperaturen für Moskau in der Tiefe 4,8 Meter veröffentlicht und diese zeigen, dass in der genannten Tiefe im Laufe des Jahres die Temperatur nur in den Grenzen 4°.4 und 10°.0 schwankte und die Mitteltemperatur des Jahres genau dem arithmetischen Mittel aus dem Maximum und dem Minimum, 7°.2 gleich kommt. Wenn sich das auch in den weiteren Jahren erweist, so hätten wir darin ein Mittel durch Eingraben von Maximum- und Minimum-Thermometern in grösseren Tiefen die Zunahme der Bodentemperatur mit der Tiefe zu untersuchen. Wie sehr dieses Mittel dem Mittel aller Monate nähert, ersieht man aus folgender Zusammenstellung.

	Mittel der Jahresextreme.	Mittel der Monatsmittel.	Differenz.
	°	°	°
Tiefe 0.2 Meter . . .	6.95	6.36	0.59
„ 0.4 „ . . .	8.50	6.66	1.84
„ 0.8 „ . . .	8.55	6.93	1.62

	Mitttel der Jahresextreme.	Mittel der Monatsmittel.	Differenz.
Tiefe 1.6 Meter . . .	7.70	6.98	0.72
„ 3.2 „ . . .	7.25	7.09	0.16
„ 4.8 „ . . .	7.20	7.15	0.05

In der Tiefe 0.8 Meter war die tiefste Temperatur 0,°6 und der Boden war nicht gefroren, während in den oberen Tiefen die Temperatur unter Nullgrad sank. Zum letzten Mal wurde Frost beobachtet:

in der Tiefe 0.4 Meter am 11 März
„ „ „ 0.2 „ „ 3 April
„ „ „ 0.0 „ „ 10 April
an der Oberfläche „ 25 Mai
in der Luft „ 26 Mai

Im Herbst trat der Frost wieder ein

in der Tiefe 0.4 Meter am 29 November
„ „ „ 0.2 „ „ 3 November
„ „ „ 0.0 „ „ 5 October
an der Oberfläche „ 19 September
in der Luft „ 19 September.

Die Maxima wurden beobachtet

mit 31.5 am 16 Juni in der Luft
„ 29.6 „ 17 Juni an der Oberfläche
„ 31.1 „ 16 Juni in der Tiefe 0.0
„ 20.5 „ 2 August „ „ 0.2
„ 19.3 „ 3 August „ „ 0.4
„ 16.5 „ 5 August „ „ 0.8
„ 14.1 „ 9 August „ „ 1.6
„ 11.3 „ 4 September „ „ 3.2
„ 10.0 „ 2 October „ „ 4.8

und die Minima traten ein

mit —32.5° am 7 Januar in der Luft
„ —33.8 „ 7 Januar an der Oberfläche
„ —11.4 „ 2 December in der Tiefe 0.0 Meter
„ — 6.6 „ 2 December „ „ 0.2 „
„ — 2.3 „ 2 December „ „ 0.4 „

mit	0.6	am	13	December	in der	Tiefe	0.8	Meter
„	1.3	„	30	März	„	„	1.6	„
„	3.2	„	8	April	„	„	3.2	„
«	4.4	„	2	Mai	„	„	4.8	„

Die Minima sind Jahres-Minima und da sie verschiedenen Kälteepochen angehören—nicht vergleichbar. In Folge geringer Schneedecke traten im November und December Kahlfröste ein, die in kurzer Zeit in die Tiefe eindrangen, doch nicht weit unter 0.4 Meter Tiefe, da die grösseren Tiefen diesem Eindringen widerstehen konnten. Betrachtet man nur die Minima des Winters 1909—1910, so findet man folgende Werthe.

In der Luft		—32.5°	am	7 Januar
An der Oberfläche		—33.8	„	7 „
In der Tiefe	0.0 Meter	— 1.8*	„	1 April (—3,°1* am 10 Januar)
„ „ „	0.2 „	— 3.1	„	10 Januar
„ „ „	0.4 „	— 0.7	„	10 „
„ „ „	0.8 „	+ 0.7	„	26 März
„ „ „	1.6 „	+ 1.3	„	30 „
„ „ „	3.2 „	+ 3.2	„	8 April
„ „ „	4.8 „	+ 4.4	„	2 Mai.

Selbst hier findet man noch keine volle Uebereinstimmung, indem am 1. April in der Tiefe 0.0 Meter das Jahres-Minimum eintreten konnte, nachdem die schützende Schneedecke abgeschmolzen war und in dieser Zeit selbst ein geringer Frost das Jahres-Minimum erzeugen kann. Für die Oberfläche und für die Luft ergab die strenge Januarkälte das Jahres-Minimum, während unter der Schneedecke in der Tiefe 0.2 Meter nur —3°.1 beobachtet wurde. Leider konnte vom 1. bis 23. Januar das Thermometer in der Tiefe 0.0 Meter nicht abgelesen werden (aus dem Grunde sind sämmtliche Angaben für diese Tiefe für den Januar mit einem Sternchen versehen), aber ein Vergleich der späteren Angaben der Thermometer in den Tiefen 0.0 und 0.2 Meter zeigt, dass ihr Unterschied nicht gross ist und daher kann mit gewissem Recht das Jahres-Minimum für die Tiefe 0.0 Meter mit ca. —3°.1 für den 10. Januar extrapoliert werden.

Die Schneedecke, die schützende Hülle der Bodenwärme, hatte am 1. Januar eine Mächtigkeit von 7 cm.; dieselbe stieg bis Ende Januar auf

32 cm., schwankte im Februar zwischen 32 und 38 cm., betrug noch am 19. März 20 cm. und am 23. März war sie kaum messbar. Am 2. April wurde sie zum letzten Mal notiert. In der ersten Novemberhälfte zeigte sich auf wenige Tage eine Schneedecke bis zu 5 cm. Dicke, auch in der ersten Hälfte des Decembers bis 7 cm., doch am 17. December konnte noch keine bleibende Schneedecke beobachtet werden. Der geringe Schneefall vom 17. bis 20. ergab zum 21. December eine Dicke der Schneedecke von 2 cm., die zum 26. December auf 10 cm. anstieg, doch hernach nur mit 8 cm. in das neue Jahr hinüberging.

Radiation.

Das Radiationsthermometer ergab an den üblichen Terminen die folgenden Mittelwerthe:

	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.
	0	0	0
Januar	—8.3	—4.4	—7.8
Februar	—7.6	3.1	—6.5
März	—3.7	15.7	—2.4
April	8.2	27.5	6.0
Mai	20.2	35.4	10.9
Juni	26.1	39.4	14.2
Juli	24.2	39.1	17.5
August	17.0	29.8	13.1
September . . .	8.1	31.9	8.3
October	0.1	12.7	0.9
November . . .	—2.8	3.9	—1.8
December . . .	—3.3	0.1	—2.8

Vergleicht man diese Angaben mit der Lufttemperatur einerseits und mit den Angaben eines blanken Thermometers (Actinometer Arago), so findet man folgende Differenzen:

	Radiationsthermometer—Lufttemperatur.			Actinometer Arago.		
	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.
	0	0	0	0	0	0
Januar . . .	—0.3	1.8	—0.8	—0.1	1.0	—0.6
Februar . . .	—0.3	7.9	—0.4	0.0	5.2	0.0
März	0.2	14.8	—0.9	0.5	9.4	—0.1
April	3.7	15.8	—1.6	2.8	9.7	—0.1
Mai	8.9	17.8	—2.0	7.0	11.2	—0.1
Juni	11.2	18.5	—2.2	8.5	11.5	—0.1

	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.
Juli	7.2	16.4	—1.2	5.1	10.4	0.0
August . . .	4.0	12.1	—1.1	3.0	7.8	0.0
September . .	1.0	16.3	—1.7	1.3	10.4	0.0
October . . .	—0.4	7.8	—1.2	0.3	5.2	0.0
November . .	—0.5	4.5	—0.4	0.0	3.1	0.0
December . .	—0.4	2.3	—0.3	0.0	1.7	0.0

Luftfeuchtigkeit.

Die **absolute** Feuchtigkeit ergab die folgenden wahren, aus 24-stündigen Aufzeichnungen abgeleiteten Monatsmittel.

Januar	2.8 mm.	Juli	11.4 mm.
Februar . . .	2.6 „	August . . .	9.9 „
März	3.4 „	September . .	7.1 „
April	5.4 „	October . . .	4.5 „
Mai	7.4 „	November . .	3.9 „
Juni	8.5 „	December . .	3.6 „

Jahresmittel . . . . . 5.9 mm.

Die Monatsextreme nach den stündlichen Aufzeichnungen betrugen:

	Maximum.	Minimum.	Differenz.
Januar	5.1 mm.	0.2 mm.	4.9 mm.
Februar . . .	4.5 „	1.1 „	3.4 „
März	5.6 „	1.0 „	4.6 „
April	9.8 „	1.7 „	8.1 „
Mai	13.0 „	3.1 „	9.9 „
Juni.	15.7 „	4.1 „	11.6 „
Juli	17.9 „	5.6 „	12.3 „
August	20.0 „	5.8 „	14.2 „
September . .	13.5 „	3.8 „	9.7 „
October . . .	9.0 „	1.9 „	7.1 „
November . . .	7.5 „	0.9 „	6.6 „
December . . .	5.1 „	1.3 „	3.8 „
Jahresmittel . .	10.6 mm.	2.5 mm.	8.1 mm.
Jahresextreme .	20.0 „	0.2 „	19.8 „

Der tägliche Gang der absoluten Feuchtigkeit ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Täglicher Gang der absoluten Feuchtigkeit in Millimetern.

STUNDEN.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
1^h a. m.	2.6	2.6	3.4	5.4	7.6	8.7	11.4	9.8	7.2	4.6	3.9	3.6	5.9
2 „	2.6	2.5	3.3	5.3	7.4	8.4	11.2	9.6	7.0	4.5	3.9	3.6	5.8
3 „	2.6	2.5	3.3	5.2	7.2	8.3	11.0	9.4	6.8	4.4	3.9	3.6	5.7
4 „	2.6	2.5	3.3	5.1	7.1	8.1	10.9	9.2	6.7	4.4	3.8	3.5	5.6
5 „	2.6	2.4	3.2	5.0	7.1	8.2	11.0	9.1	6.6	4.4	3.8	3.6	5.6
6 „	2.7	2.4	3.2	5.0	7.5	8.8	11.4	9.3	6.6	4.4	3.8	3.5	5.7
7 „	2.7	2.4	3.2	5.2	7.6	8.6	11.5	9.7	6.8	4.4	3.8	3.5	5.8
8 „	2.7	2.4	3.3	5.3	7.9	8.8	11.6	9.7	7.1	4.5	3.8	3.5	5.9
9 „	2.7	2.5	3.4	5.5	8.1	8.6	11.6	10.0	7.4	4.6	3.8	3.6	6.0
10 „	2.9	2.5	3.5	5.6	7.8	8.5	11.6	10.0	7.6	4.6	3.9	3.6	6.0
11 „	2.9	2.6	3.6	5.5	7.4	8.3	11.5	9.9	7.3	4.6	3.9	3.6	5.9
Mittag	2.9	2.6	3.6	5.4	7.1	8.2	11.3	10.1	7.1	4.6	3.9	3.6	5.9
1^h p. m.	2.9	2.7	3.5	5.2	6.9	8.3	10.2	9.9	6.8	4.6	3.9	3.5	5.8
2 „	2.9	2.7	3.5	5.3	7.2	8.3	11.3	9.9	6.8	4.6	3.9	3.5	5.8
3 „	2.9	2.7	3.5	5.3	7.3	8.5	11.3	10.1	6.8	4.6	3.9	3.5	5.9
4 „	2.8	2.7	3.4	5.4	7.3	8.4	11.6	9.9	6.8	4.6	3.9	3.5	5.9
5 „	2.8	2.6	3.4	5.4	7.1	8.4	11.5	10.2	6.9	4.5	3.9	3.5	5.8
6 „	2.8	2.6	3.4	5.5	7.0	8.2	11.3	10.2	7.1	4.6	3.9	3.5	5.8
7 „	2.8	2.6	3.4	5.6	7.2	8.3	11.5	10.3	7.4	4.6	3.9	3.5	5.9
8 „	2.8	2.6	3.4	5.6	7.5	8.5	11.5	10.3	7.6	4.5	3.9	3.6	6.0
9 „	2.8	2.6	3.5	5.8	7.7	8.6	11.6	10.4	7.5	4.5	3.9	3.6	6.0
10 „	2.8	2.5	3.4	5.7	7.9	9.0	11.6	10.2	7.5	4.5	3.9	3.6	6.1
11 „	2.7	2.5	3.4	5.7	7.8	9.0	11.7	10.1	7.4	4.5	3.9	3.6	6.0
12 „	2.7	2.5	3.4	5.6	7.7	8.9	11.6	9.9	7.3	4.5	3.9	3.6	6.0
Mittel	2.8	2.6	3.4	5.4	7.4	8.5	11.4	9.9	7.1	4.5	3.9	3.6	5.9

Die mittleren Tagesextreme der absoluten Feuchtigkeit betrugen in diesem Jahre:

1910.	Mittlere Tages-Maxima.	Mittlere Tages-Minima.	Differenz.
Januar	3.4 mm.	2.0 mm.	1.4 mm.
Februar	3.0 „	2.1 „	0.9 „
März	4.1 „	2.8 „	1.3 „
April	6.5 „	4.4 „	2.1 „
Mai	9.2 „	6.1 „	3.1 „
Juni	10.5 „	7.0 „	3.5 „
Juli	13.4 „	9.8 „	3.6 „
August	11.7 „	8.4 „	3.3 „
September	8.8 „	5.8 „	3.0 „
October	5.4 „	3.8 „	1.6 „
November	4.5 „	3.4 „	1.1 „
December	3.9 „	3.2 „	0.7 „
Jahresmittel . .	7.0 mm.	4.9 mm.	2.1 mm.

Die Tagesamplituden schwankten in den folgenden Grenzen.

	Grösste Tages-Amplitude.	Kleinste Tages-Amplitude.	Differenz.
Januar	3.0 mm.	0.1 mm.	2.9 mm.
Februar	1.9 „	0.4 „	1.5 „
März	2.5 „	0.6 „	1.9 „
April	4.1 „	1.0 „	3.1 „
Mai	5.1 „	1.4 „	3.7 „
Juni	7.7 „	1.2 „	6.5 „
Juli	7.2 „	1.0 „	6.2 „
August	7.1 „	1.4 „	5.7 „
September	5.3 „	1.1 „	4.2 „
October	3.6 „	0.3 „	3.3 „
November	2.8 „	0.3 „	2.5 „
December	4.1 „	0.0 „	4.1 „
Jahresmittel . . .	4.5 mm.	0.7 mm.	3.8 mm.
Jahresextreme . .	7.7 „	0.0 „	7.7 „

Die **relative** Luftfeuchtigkeit ergab nach den 24-stündigen Werthen die nachfolgenden wahren Monatsmittel in Procenten.

Januar	86	Juli	71
Februar	85	August	78
März	82	September	73
April	69	October	81
Mai	65	November	86
Juni	62	December	90

Jahresmittel 77.

In den einzelnen Monaten wurden folgende extreme Werthe der relativen Feuchtigkeit verzeichnet.

	Maxima.	Minima.	Differenz.
Januar	100%	63%	37%
Februar	96	53	43
März	96	37	59
April	96	26	70
Mai	96	29	67
Juni	98	27	71
Juli	95	30	65
August	94	34	60
September	96	26	70
October	99	39	60
November	100	55	45
December	97	53	44
Jahresmittel	97%	39%	58%
Jahresextreme	100	26	74

Während die absolute Feuchtigkeit Rechnungsresultate darstellt, wird die relative direct registriert und die Registrirungen eines grossen Richard'schen Haarhygrographen ergaben den folgenden täglichen Gang der relativen Feuchtigkeit in Procenten der Sättigung.

Täglicher Gang der Luftfeuchtigkeit in Procenten der Sättigung.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
1h a. m.	86	87	89	83	84	81	87	88	87	88	87	91	86
2 „	87	88	89	84	87	84	88	88	88	88	88	91	88
3 „	87	87	89	85	88	86	89	88	89	89	88	91	88
4 „	88	87	90	86	88	87	89	89	89	89	88	91	88
5 „	88	88	90	86	88	85	88	89	90	89	88	91	88
6 „	89	88	90	85	84	79	86	88	90	90	88	91	87
7 „	89	88	90	80	75	67	79	85	88	90	88	91	84
8 „	89	88	89	75	67	60	73	79	83	88	89	91	81
9 „	89	88	86	70	61	54	68	76	74	83	88	91	77
10 „	89	87	82	64	55	51	63	72	67	78	87	90	74
11 „	87	85	79	58	50	48	60	69	59	75	85	89	70
Mittag	86	82	75	54	46	46	57	67	55	72	84	88	68
1h p. m.	85	81	71	50	46	44	56	65	52	70	83	87	66
2 „	85	81	69	50	45	43	55	64	51	69	82	87	65
3 „	84	81	68	50	45	44	53	65	52	68	82	88	65
4 „	84	81	69	51	47	43	54	66	52	70	83	88	66
5 „	84	82	71	52	47	45	55	68	55	74	84	89	67
6 „	85	82	74	56	50	46	57	72	61	78	85	89	70
7 „	85	83	78	61	54	48	62	77	69	80	85	90	73
8 „	86	84	80	67	62	54	66	81	76	81	85	91	76
9 „	86	85	83	72	68	61	72	85	81	83	86	91	79
10 „	86	86	85	75	73	70	76	86	83	84	86	91	82
11 „	86	86	86	78	78	75	84	87	85	86	86	91	84
12 „	86	87	88	81	82	79	84	87	86	87	87	91	85
Mittel	86	85	82	69	65	62	71	78	73	81	86	90	77

Die mittleren Tages-Extreme der relativen Feuchtigkeit und ihre Differenzen betrugen in diesem Jahre:

1910.	Mittlere Tages-Maxima.	Mittlere Tages-Minima.	Mittlere Tages-Amplituden.
Januar	93%	79%	14%
Februar	92	78	14
März	94	66	28
April	89	46	43
Mai	90	40	50
Juni	91	39	52
Juli	91	49	42
August	92	59	33
September	92	49	43
October	95	63	32
November	92	79	13
December	94	84	10
Jahresmittel . . .	92%	61%	31%

Die Tages-Amplituden schwankten in den folgenden Grenzen:

1910.	Grösste Tagesamplitude.	Kleinste Tagesamplitude.	Differenz
Januar	29%	1%	28%
Februar	39	3	36
März	54	9	45
April	62	15	47
Mai	64	22	42
Juni	70	28	42
Juli	64	12	52
August	57	16	41
September . . .	64	16	48
October	57	11	46
November . . .	35	4	31
December . . .	22	1	21
Jahresmittel . .	51%	11%	40%
Jahresextreme . .	70	1	69

Die absolute Feuchtigkeit war in den Monaten Juni bis October kleiner, als die normale, in allen übrigen aber grösser, doch betrugen die Abweichungen nur + 1.0 mm. und —1.2 mm. und zwar in den äussersten Fällen.

Die relative Feuchtigkeit war nur in den Monaten Januar, Februar, August und December um 1 bis 3% grösser, als die normale, in den übrigen Monaten aber kleiner, hauptsächlich im Juni und October und zwar in diesen Monaten um 7%. Der April hatte eine um 5% zu kleine Feuchtigkeit, was mit der hohen Temperatur dieses Monats vollkommen übereinstimmt.

Bewölkung.

In früherer Weise wurde die Bewölkung geschätzt und zwar in Zehnteln des Himmelgewölbes und dabei wurden die nachstehenden Monatsmittel ermittelt.

1910.	7^h *a.* m.	1^h p. m.	9^h p. m.	Mittel.	Normal.	Abweichungen.
Januar . .	9.0	9.0	7.5	8.5	7.7	+ 0.8
Februar . .	9.1	9.0	8.4	8.8	6.9	+ 1.9
März . . .	7.8	7.8	7.1	7.6	6.4	+ 1.2
April . . .	5.6	6.3	4.3	5.4	5.8	— 0.4
Mai . . .	4.9	6.5	4.6	5.3	5.4	— 0.1
Juni . . .	3.9	5.8	4.1	4.7	5.3	— 0.6
Juli . . .	6.3	7.2	5.9	6.5	4.9	+ 1.6
August . .	8.2	8.2	6.4	7.6	5.4	+ 2.2
September	5.3	5.1	2.8	4.4	5.8	— 1.4
October . .	7.2	7.5	5.6	6.8	7.1	— 0.3
November .	7.6	8.2	7.7	7.8	8.5	— 0.7
December .	9.1	9.5	9.5	9.4	8.1	+ 0.7
Jahresmittel	7.0	7.5	6.2	6.9	6.4	+ 0.5

Der Februar hatte trotz dem hohen Luftdruck eine starke Bewölkung, was mit der hohen Temperatur dieses Monats gut übereinstimmt, aber der September hatte kleine Bewölkung beim hohen Luftdruck und da dieses Zusammentreffen auf einen Uebergangsmonat fiel, so zeigte die Temperatur keine starke Abweichung. Die starke

Bewölkung im Juli und August fiel mit niedrigem Luftdruck zusammen, während die Temperatur nahezu normal blieb und um 0°.2 die normale überstieg. Die drei ersten Monate des Jahres hatten sowohl hohe Temperaturen, als auch grosse Bewölkung, also cyclonalen Character. Derselbe Character zeigte sich im August bei niedrigem Luftdruck, niedriger Temperatur und grosser Bewölkung. Der hohe Luftdruck im Februar passt durchaus nicht zu diesem cyclonalen Witterungszustande.

Die Anzahl der Tage mit den verschiedenen Graden der Bewölkung betrug in diesem Jahr:

1910.	Wolkenlose.	Heitere.	Mittel.	Trübe.	Ganztrübe.
Wolkensumme für drei Termine.	0.	0 bis 5.	6 bis 24.	25 bis 30.	30
Januar	1	2	8	21	18
Februar	—	—	8	20	19
März	—	2	13	16	14
April	2	5	19	6	4
Mai	—	5	19	7	1
Juni	3	7	18	5	3
Juli	—	—	20	11	5
August	—	—	17	14	9
September	6	8	18	4	3
October	2	3	17	11	9
November	4	5	3	22	21
December	—	1	3	27	23
Jahr	18	38	163	164	129
Winter	1	3	19	68	60
Frühling	2	12	51	29	19
Sommer	3	7	55	30	17
Herbst	12	16	38	37	33

Das Jahr 1910 ist ausserordentlich reich an ganz wolkenlosen Tagen nämlich 18, während 11 die normale Anzahl ist. Dieser Reichthum zeigt sich aber nur in einer Jahreszeit, nämlich im Herbst, wo anstatt 2 in diesem Jahr 12 verzeichnet sind. Der September hat allein 6 Tage mit wolkenlosem Himmel, wodurch auch die anti-

cyclonale Witterung mit hohem Barometerstande erklärlich ist. In derselben Weise ist auch die Anzahl der heiteren Tage, 16, sehr hoch, denn die normale beträgt 4. An ganz trüben Tagen finden wir im Frühling nur 19 gegen 34 normale und ebenso im Herbst 33 gegen 48 normale. Die normale Anzahl der ganz trüben Tage beträgt für das Jahr 159, während dieses Jahr 129 hatte, also um volle 30 Tage weniger. Diese 30 Tage vertheilten sich nicht nur auf die heiteren und wolkenlosen, die um 11 resp. 7 grösser war, sondern auch und zwar zum grösseren Theil auf die mittleren Stufen 6 bis 24, deren normale Anzahl 142 beträgt; in diesem Jahre waren es ihrer aber 163.

Dauer des Sonnenscheins.

In früherer Weise wurde die Dauer des Sonnenscheins mit einem Campbell-Stoke'schen Sun-shine-Recorder auf dem Thurm registriert, während andere, photographisch registrirende Heliographen, nur zu Lehrzwecken benutzt wurden. In der nachfolgenden Tabelle findet man die Monats-Resumés dieser Aufzeichnungen, wobei, abweichend von den früheren Jahren, die Dauer des Sonnenscheins in Zehntel-Stunden angegeben ist. In denselben Einheiten werden auch die Detailbeobachtungen veröffentlicht.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass im Jahre 1910 im Ganzen 1588.3 Stunden Sonnenscheinwar. In welchem Verhältniss diese Zahl zu den vorhergehenden Jahren steht, ersieht man aus nachfolgender Uebersicht.

1904	Sonnenschein	1432.0	Stunden
1905	„	1414.7	„
1906	„	1468.1	„
1907	„	1293.2	„
1908	„	1351.1	„
1909	„	1475.0	„
1910	„	1588.3	„

Keins der vorhergehenden Jahre hat soviel Sonnenschein, wie das Berichtsjahr. Besonders viel Sonnenschein war im Juni, und besonders wenig im August, der auch sehr kalt war.

Sonnenschein.

Einheit = 0.1 Stunde.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
h h 4— 5 a.m.					42	127	47	3					219
5— 6 „				22	171	211	99	38					541
6— 7 „				33	186	231	124	69	28				671
7— 8 „			11	103	214	230	148	88	117	21			932
8— 9 „		3	67	135	229	226	172	106	173	90	21		1222
9—10 „	10	18	91	184	239	207	198	116	193	89	58	3	1406
10—11 „	31	33	98	187	216	212	192	129	217	90	60	14	1479
11—12 „	40	41	107	190	234	208	187	146	219	91	60	18	1541
0— 1 p.m.	28	38	117	185	195	213	185	129	199	73	60	19	1441
1— 2 „	35	48	111	135	206	215	180	130	184	95	62	22	1423
2— 3 „	40	37	100	122	189	211	194	105	174	105	60	17	1354
3— 4 „	3	34	93	106	181	215	167	106	182	97	18		1202
4— 5 „		6	32	80	153	209	166	125	136	30	2		939
5— 6 „				48	151	204	175	105	46				729
6— 7 „				20	122	193	149	46					530
7— 8 „					37	151	63	3					254
Summe	187	258	827	1550	2765	3263	2446	1444	1868	781	401	93	15883

Die Anzahl der Tage mit Sonnenschein und die mittlere Dauer des Sonnenscheins an jedem Sonnenscheintage betrug in diesem Jahr:

1910.	Anzahl der Tage mit Sonnenschein.	Mittlere Dauer des Sonnenscheins.
Januar	11 Tage	1.7 Stunden
Februar	6 „	4.3 „
März	20 „	4.1 „
April	28 „	5.5 „
Mai	31 „	8.9 „
Juni	30 „	10.9 „
Juli	30 „	8.2 „
August	27 „	5.4 „
September	27 „	6.9 „
October	17 „	4.6 „
November	7 „	5.7 „
December	5 „	1.9 „
Jahr	239 Tage	6.6 Stunden.

Vom 23. April bis 19. Juli hatten alle 88 aufeinanderfolgende Tage mehr oder weniger Sonnenschein. Im Ganzen hatten alle Tage im Durchschnitt mehr Sonnenschein, als die vorhergehenden Jahre, die 6.1 resp. 6.3 Stunden hatten, mit Ausnahme des Jahres 1906 welches durchschnittlich 6.7 Stunden hatte. Die Temperatur-Verhältnisse beider Jahre 1906 und 1910 sind auch insofern gleich, als beide Jahre sehr warm waren. Die Anzahl der Sonnenscheintage ist in diesem Jahr noch grösser, als 1909.

Niederschlag.

Der Niederschlag wurde in früherer Weise direct um 7^h. a. m. mit dem Regenmesser gemessen und ausserdem registriert und zwar im Sommer mit dem Hellmann-Fuess'schen selbstregistrirenden Regenmesser und im Winter mit dem Schneemesser Hellmann-Fuess. Ein englischer selbstregistrirender Regenmesser wurde nur für Lehrzwecke benutzt.

Die Registrirungen ergaben folgenden täglichen Gang des Niederschlags, ausgedrückt in Zehntel-Millimeter.

Täglicher Gang der Niederschlagsmenge.

Einheit = 0.1 Millimeter.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
0 — 1	14	3	42	51	3	—	32	30	—	6	27	24	232
1 — 2	8	4	23	46	16	26	62	58	3	2	17	14	279
2 — 3	26	5	31	7	51	179	23	54	—	12	13	18	419
3 — 4	37	3	14	—	1	14	79	36	9	3	58	15	269
4 — 5	42	3	6	11	2	22	38	12	9	—	69	15	229
5 — 6	42	4	9	44	—	12	13	27	6	12	23	14	166
6 — 7	26	4	10	1	4	17	21	16	6	14	48	13	180
7 — 8	16	7	6	—	4	5	9	12	7	13	35	5	119
8 — 9	30	8	11	—	16	8	36	22	2	16	25	10	184
9 —10	25	11	7	—	—	15	20	22	—	16	12	21	149
10 —11	26	17	1	—	1	—	10	35	—	8	37	16	151
11 —12	43	11	—	—	—	3	82	58	5	33	44	8	287
0 — 1	73	17	9	—	68	4	108	36	2	65	30	6	418
1 — 2	51	18	1	2	4	3	225	24	—	40	31	15	414
2 — 3	44	23	—	3	4	109	60	36	6	10	24	12	331
3 — 4	22	8	3	—	14	—	61	55	1	7	34	4	209
4 — 5	10	4	7	—	65	8	80	37	1	4	14	4	234
5 — 6	8	11	8	1	67	120	76	63	6	15	11	7	393
6 — 7	13	2	11	11	42	9	160	30	9	17	36	17	357
7 — 8	4	1	23	31	16	1	33	13	9	1	37	18	187
8 — 9	8	1	13	25	15	2	244	1	9	6	39	18	381
9 —10	6	—	14	53	10	68	289	9	6	3	44	31	533
10 —11	11	—	21	39	44	29	267	6	11	10	40	17	495
11 —12	12	—	27	44	4	15	80	4	4	4	36	8	238
Summe	597	165	297	329	451	669	2108	696	111	317	784	330	6854

Wir wollen nachstehend die Monats-Summen nach diesen Registrirungen, die den Tag von 0^h. a. m. bis 12^h. p. m. zählen, mit den Resultaten der directen Regenmessung, die für den Tag von

7^h. a. m. bis 7^h. a. m. gelten, zusammenstellen und die Normalwerthe nach den letzten 15 Jahren (1895 bis 1909) hinzufügen.

	1910 Registrirt mit dem Regenmesser Hellman-Fuess.	1910 Direct gemessen.	Normal 1895 bis 1909.	Direct—Normal.
Januar . . .	59.7 mm.	61.4 mm.	40.7 mm.	+ 20.7 mm.
Februar . . .	16.5 „	14.6 „	34.4 „	— 19.8 „
März	29.7 „	31.5 „	31.8 „	— 0.3 „
April	32.9 „	32.5 „	42.9 „	— 10.4 „
Mai	45.1 „	44.8 „	55·9 „	— 11.1 „
Juni	66.9 „	66.8 „	63.7 „	+ 3.1 „
Juli	210.8 „	216.7 „	79.0 „	+137.7 „
August . . .	69.6 „	66.5 „	65.7 „	+ 0.8 „
September . .	11.1 „	10.2 „	54.3 „	— 44.1 „
October . . .	31.7 „	39.5 „	63.4 „	— 23.9 „
November . .	78.4 „	77.4 „	43.2 „	+ 34.2 „
December . .	33.0 „	32.1 „	40.5 „	— 8.4 „
Jahresmittel .	685.4 mm.	694.0 mm.	615.5 mm.	+ 78.5 mm.

Der Unterschied in der Jahres-Summe 8.6 mm. entsteht hauptsächlich durch den October, wo der Unterschied 7.8 mm. erreicht und diese Differenz reducirt sich auf den 1. und 2. October, wo die Registrirung 13.2 mm., die directe Messung aber 21.6 mm. ergab, also um 8.4 mm. mehr. Es ist anzunehmen, dass hier zufällige Fehler vorliegen und nicht Mängel der Apparate Hellmann-Fuess.

Der niedrige Luftdruck im Januar entspricht der grossen Niederschlagsmenge, wie der hohe Luftdruck vom Februar und September der geringen Niederschlagsmenge. Besonders gross ist die Niederschlagsmenge im Juli, die 2½ Mal so gross, wie die normale ist. Sie fiel hauptsächlich in den 6 letzten Julitagen, die 4 Gewittertage hatten.

Die nach der Grösse der Niederschläge in 24 Stunden geordnete Anzahl der Niederschlage betrug in diesem Jahre:

1910.	Von: bis:	mm. 0.1 0.9	mm. 1.0 1.9	mm. 2.0 2.9	mm. 3.0 3.9	mm. 4.0 4.9	mm. 5.0 9.9	mm. 10.0 19.9	Ueber mm. 20.0
Januar . . .		6	3	3	2	2	4	—	—
Februar . . .		9	1	1	1	—	1	—	—
März		5	4	2	2	—	2	—	—
April		7	—	—	1	—	—	—	1
Mai		4	3	3	1	1	2	1	—
Juni		4	2	2	2	—	1	1	1
Juli		7	2	2	—	1	1	2	4
August . . .		6	4	—	2	1	3	—	1
September .		4	1	2	1	—	—	—	—
October . . .		5	1	1	2	—	2	1	—
November . .		6	3	—	1	—	4	3	—
December . .		13	2	3	1	2	1	—	—
Jahresmittel .		76	26	19	16	7	21	8	7

Die grösste an einem Tage gefallene Niederschlagsmenge betrug in diesem Monat:

Januar	8.8	mm.
Februar	5.2	„
März	6.3	„
April	27.2	„
Mai	12.2	„
Juni	27.0	„
Juli	48.0	„
August	25.8	„
September	3.5	„
October	14.1	„
November	16.0	„
December	7.0	„
Das Jahres-Maximum . .	48.0	mm.

Der September hat sehr häufig kleine Maxima, so z. B. im Jahre 1906 nur 7.0 mm., im Jahre 1904 nur 6.6 mm., 1903 nur 7.2 mm.,

doch eine so kleine Zahl, wie in diesem Jahre, nämlich 3.5 mm. ist in den letzten Jahren nicht notiert worden.

Die Gesammtzahl der Niederschlage betrug:

1910.	Niederschlag.	Schneetage.	Hagel.	Graupeln.	Nebel.
Januar	20 Tage	20 Tage	—	1	2
Februar	13 „	13 „	—	1	4
März	15 „	14 „	—	—	6
April	9 „	— „	—	—	6
Mai	15 „	— „	1	—	—
Juni	13 „	— „	1	—	4
Juli	18 „	— „	2	—	3
August	17 „	— „	—	—	1
September . . .	8 „	— „	—	—	5
October	12 „	2 „	—	3	—
November . . .	16 „	9 „	—	2	12
December	22 „	18 „	—	2	10
Jahr	178 Tage	76 „	4 Tage	9 Tage	53

Der letzte Frühlingsschnee fiel am 29. März und der erste Herbstschnee am 21. October.

An Hydrometeoren wurden ferner beobachtet:

Reif: April 7, Mai 22, Juni 15, Juli 23, August 22, September 20 und October 1 Mal, im ganzen Jahr 110 Mal.

Rauhfrost: Januar 5, Februar 3, März 5, April 2, Mai 1, September 7, October 18, November 3 und December 3 Mal, im Jahr also 47 Mal.

Schneegestöber wurde notiert: Januar 7 Mal, Februar 3 Mal, März 1 Mal und im December 3 Mal, somit im Ganzen 14 Mal.

Glatteis wurde im Januar 2 Mal, im November 5 Mal und im December 2 Mal, also im ganzen Jahr 9 Mal verzeichnet.

Richtung und Stärke des Windes.

Die Geschwindigkeit des Windes nach einem Anemographen Sprung-Fuess hatte folgende Monatsmittel der einzelnen Stundenwerthe.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit. Einheit-Kilometer pro Stunde.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
1ʰ a. m.	18.8	16.0	11.7	12.3	10.7	12.2	9.5	15.4	13.4	16.4	21.0	19.1	14.7
2 „	17.9	15.5	11.5	11.4	10.7	11.9	8.9	15.4	12.8	16.3	20.9	18.9	14.3
3 „	18.4	15.2	11.6	11.6	10.3	11.4	8.8	14.8	12.4	15.8	21.3	18.8	14.2
4 „	17.8	15.1	10.9	11.3	10.0	10.0	9.1	14.3	12.2	15.0	21.4	18.6	13.8
5 „	17.5	15.3	11.9	10.8	9.4	10.8	9.4	14.6	11.8	15.0	20.6	18.2	13.8
6 „	17.6	14.6	11.4	10.9	9.9	10.1	10.3	14.9	12.0	15.0	20.4	18.5	13.8
7 „	18.0	14.3	11.2	11.2	10.6	11.3	11.9	14.6	12.2	15.2	21.2	18.1	14.1
8 „	18.5	14.7	12.2	12.3	12.1	12.6	12.7	15.4	13.4	15.7	21.4	18.4	15.0
9 „	18.5	15.4	12.9	12.7	13.1	14.0	13.6	16.6	13.6	16.5	22.3	17.8	15.6
10 „	19.1	15.8	13.5	15.4	13.5	16.1	15.1	17.1	16.3	18.2	22.5	18.4	16.8
11 „	20.8	15.5	13.9	16.6	15.3	17.4	17.1	17.4	18.2	19.2	22.3	18.9	17.7
Mittag.	20.9	15.7	13.6	17.8	15.8	18.7	17.6	17.4	19.2	19.3	21.7	18.2	18.0
1ʰ p. m.	20.4	16.4	14.6	19.2	16.4	18.4	17.4	18.3	19.9	19.3	22.1	18.8	18.3
2 „	20.1	15.8	14.6	19.7	15.5	17.5	17.4	17.8	20.2	20.0	22.1	18.1	18.2
3 „	20.1	16.7	15.7	19.6	16.8	18.7	17.6	18.0	20.3	20.8	22.5	18.2	18.8
4 „	20.3	17.1	15.5	19.1	16.3	19.4	17.0	17.7	19.6	20.1	22.1	18.5	18.7
5 „	19.6	16.5	14.5	17.5	15.2	19.1	17.4	16.6	18.3	19.5	22.0	18.6	17.9
6 „	19.7	17.2	13.1	16.6	16.4	18.8	18.1	15.3	17.2	19.1	21.9	18.4	17.6
7 „	19.8	18.1	12.4	15.2	14.8	16.4	17.7	14.8	16.0	18.4	22.0	18.4	17.0
8 „	20.2	18.3	12.2	13.4	13.9	14.2	15.7	14.3	15.7	18.8	21.9	18.7	16.4
9 „	19.7	17.5	12.5	13.4	12.4	12.5	13.9	14.1	15.8	18.5	21.4	18.2	15.8
10 „	20.0	17.0	12.5	13.7	12.1	11.6	12.6	14.8	15.5	17.8	21.0	18.0	15.5
11 „	20.0	16.4	12.5	13.6	11.6	11.4	11.3	15.2	15.8	17.3	20.5	18.6	15.4
12 „	19.1	15.9	11.8	12.8	11.4	10.0	11.0	15.4	14.8	16.6	19.9	18.5	14.8
Mittel.	19.3	16.0	12.8	14.5	13.1	14.4	13.8	15.8	15.7	17.6	21.4	18.5	16.1

An den üblichen drei Terminen 7^h. a. m., 1^h. p. m. und 9^h. p. m. registrirte der Anemograph folgende Windrichtungen.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
N	6	—	1	—	9	1	—	5	2	4	3	2	33
NNE	—	—	13	4	12	11	11	13	8	13	2	2	89
NE	1	—	—	2	5	—	3	1	—	—	1	—	13
ENE	1	—	3	3	7	1	9	8	8	2	3	—	45
E	1	—	—	9	6	1	4	4	4	—	3	—	32
ESE	15	11	8	17	3	3	9	4	8	—	23	11	112
SE	9	22	2	5	5	—	6	3	1	—	23	5	81
SSE	7	15	3	7	1	4	5	4	3	2	14	9	74
S	3	3	6	4	—	1	1	1	—	7	3	—	29
SSW	8	4	5	8	3	10	4	11	5	5	3	23	89
SW	12	—	10	1	6	5	6	5	8	11	4	14	82
WSW	8	—	5	3	6	6	13	8	6	8	—	4	67
W	6	2	7	3	2	4	5	6	2	9	4	3	53
WNW	3	8	4	1	2	9	1	3	6	5	—	9	51
NW	3	3	1	—	3	5	2	3	2	10	—	4	36
NNW	—	1	2	2	3	17	4	3	3	9	2	4	50
Windstill.	10	15	23	21	20	12	10	11	24	8	2	3	159

Beim niedrigen Luftdruck im Januar herrschten Winde aus ESE und SW vor, die eine hohe Januartemperatur mitführten, während beim niedrigen Luftdruck im August neben SSW auch NNE und zwar häufiger, als SSW wehte, wodurch der August eine niedrige Temperatur erhielt.

Die Monate mit hohem Luftdruck, besonders der Februar und November hatten vorherrschend SE-Winde, oder wie im September, viele Windstillen. Die hohen December-Temperaturen waren von Winden aus SW und SSW begleitet. Die häufigsten Winde wehten aus SSW, SW, WSW (238 Mal) und ESE, SE, SSE (267 Mal) und diese Richtungen mit den Windstillen betragen 61% aller Beobachtungen. Am seltensten wurden NE, ENE, E beobachtet (90 Mal).

Optische und electrische Erscheinungen.

Regenbogen zeigte sich nur 2 Mal, je 1 Mal im Mai und Juli.

Sonnenringe wurden 14 Mal notiert, nämlich je 3 Mal im Mai, Juni, Juli und September und je 1 Mal im August und October.

Mondringe beobachtete man 5 Mal und zwar im Februar 3 Mal und je 1 Mal im Januar und März.

Höfe um Sonne wurden nicht bemerkt, dagegen *Mondhöfe* waren sichtbar im Januar 3 Mal, im Februar 1 Mal, im April 1 Mal, im Mai 2 Mal, im Juni 1 Mal, im October 1 Mal und im November 2 Mal, also im Ganzen 11 Mal.

An seltenen optischen Erscheinungen wurden beobachtet: am 15. Februar eine verticale Säule durch die Sonne und am nächsten Tage, am 16. Februar, Mondsäulen und Nebenmonde. Am 19. Mai wurden 2 Nebensonnen, die eine östlich, die andere westlich von der Sonne gesehen. Am 15. September zeigte sich über der Sonne ein Theil des Ringes.

An *electrischen Erscheinungen* mögen erwähnt werden:

Wetterleuchten 1 Mal im April, 5 Mal im Juli und 3 Mal im August, in Allem 9 Mal;

Donner hörte man 2 Mal im April, 1 Mal im Mai, 4 Mal im Juni und 3 Mal im August, also im Ganzen 10 Mal.

Gewitter beobachtete man 24 Mal und zwar im April 2 Mal, im Mai 4 Mal, im Juni 6 Mal, im Juli 9 Mal und im August 3 Mal.

Nordlicht wurde kein Mal beobachtet.

Beobachtungen der atmosphärischen Electricität, nämlich Potentialdifferenz, Zerstreuung und Jonenzählung wurden täglich ausgeführt, doch über dieselben wird im nächsten Jahresbericht Mitteilung gemacht werden. Die früheren Jahrgänge der electrischen Beobachtungen werden zur Zeit von Privat-Dozenten A. A. Speransky bearbeitet und veröffentlicht.

ПРОТОКОЛЫ ЗАСѢДАНІЙ
ИМПЕРАТОРСКАГО МОСКОВСКАГО ОБЩЕСТВА
ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ.

Годъ 1910.

1910 года, января 3 дня, въ соединенномъ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы и XII-го съѣзда русскихъ естествоиспытатей и врачей, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. секретаря Э. Е. Лейста, гг. членовъ Общества Д. Н. Артемьева, А. І. Бачинскаго, Ѳ. В. Бухгольца, С. П. Бѣликова, Ю. А. Бѣлоголоваго, П. И. Вальдена, Ю. Ѳ. Вульфа, В. Н. Габричевскаго, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, В. С. Елпатьевскаго, Н. Д. Зелинскаго, Н. А. Иванцова, П. И. Карузина, Н. А. Касьянова, И. А. Каблукова, Л. П. Кравца, С. Г. Крапивина, Л. И. Курсанова, В. И. Липскаго, К. И. Мейера, К. І. Мокржецкаго, М. М. Новикова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, М. А. Ракузина, Е. Д. Ревуцкой, А. Н. Реформатскаго, А. Н. Розанова, В. В. Сапожникова, Н. Ѳ. Слудскаго, А. А. Сперанскаго, А. В. Сперанскаго, П. П. Сушкина, А. Н. Сѣверцова, С. А. Усова, В. Г. Хименкова, П. В. Циклинской, М. К. Цвѣтаевой, Л. А. Чугаева и Н. А. Шилова, и многочисленныхъ членовъ XII съѣзда и постороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, привѣтствуя членовъ XII съѣзда естествоиспытателей и врачей, указалъ на то, что Общество въ теченіе 105 лѣтъ было свидѣтелемъ и участникомъ движенія естествознанія. Сравнивая небольшую горсть испытателей природы, собравшуюся въ 1805 г. на кличъ Григорія Фишера фонъ-Вальдгеймъ, съ настоящимъ блестящимъ собраніемъ съ его выдающимися научными дѣятелями, сдѣлалъ заключеніе о великомъ ростѣ естествознанія и выразилъ мысль, что сила естествознанія, принесшаго человѣчеству столько матеріальныхъ и духовныхъ благъ, кроется въ довѣріи къ самому дивному произведенію природы— человѣческому разуму.

2. *П. П. Вальденъ* произнесъ рѣчь: «25-лѣтіе теоріи электрической диссоціаціи и неводные растворы».

3. *А. Н. Сѣверцовъ* произнесъ рѣчь: «Эволюція и эмбріологія».

4. *Н. А. Морозовъ* произнесъ рѣчь: «Эволюція вещества на небесныхъ свѣтилахъ».

---

5 января 1910 года въ соединенномъ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы и секцій геологіи и минералогіи, географіи и агрономіи XII съѣзда русскихъ естествоиспытателей и врачей подъ предсѣдательствомъ г. члена совѣта В. Д. Соколова, въ присутствіи г. секретаря А. В. Павлова, и многочисленныхъ членовъ Общества и секцій геологіи и минералогіи, агрономіи и географіи происходило слѣдующее:

1. Г. Предсѣдательствующій, *В. Д. Соколовъ*, открывая засѣданіе предложилъ въ почетные предсѣдатели его д. чл. Общ. *А. И. Воейкова* и въ почетные секретари *М. М. Бушуева*, что было встрѣчено присутствующими на засѣданіи единодушнымъ сочувствіемъ.

2. *Н. І. Криштафовичъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О послѣтретичномъ ледниковомъ періодѣ въ Европѣ и С. Америкѣ».

Сообщеніе г. *Криштафовича* вызвало замѣчанія и вопросы со стороны *А. И. Воейкова*, *Д. П. Севастьянова*, *Н. С. Нестерова*, *А. А. Крубера* и *В. Н. Сукачева*.

3. *М. М. Дорогостайскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Зоологическія и географическія изслѣдованія въ сѣв.-зап. Монголіи въ 1905, 1907 и 1908 гг.».

4. *Б. Б. Полыновъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Особенности условій вывѣтриванія и почвообразованія въ Амурской области».

Сообщеніе г. *Полынова* вызвало замѣчанія со стороны *П. С. Коссовича*, *А. И. Набокихъ* и *Д. Л. Иванова*.

5. *А. П. Павловъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О древнѣйшихъ на землѣ пустыняхъ».

1910 года, апрѣля 21 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента, Н. А. Умова, въ присутствіи г. секретаря Э. Е. Лейста, гг. членовъ: С. П. Бѣликова, Вал. А. Дейнеги, Вяч. А. Дейнеги, Д. Н. Кашкарова, М. А. Мензбира, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, М. М. Новикова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, А. Н. Розанова, П. П. Сушкина, В. А. Тихомирова, М. К. Цвѣтаевой и А. А. Чернова, и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читаны и утверждены протоколы очередного засѣданія 17 декабря 1909 года и соединенныхъ засѣданій Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы и XII съѣзда Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей—3 января 1910 года и Императорскаго Московскаго Общества

Испытателей Природы и секцій геологіи и минералогіи, географіи и агрономіи XII Съѣзда Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей—5 января 1910 года.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ,* заявивъ о кончинѣ д. чл. Общества *Н. Е. Цабеля,* охарактеризовалъ въ глубокопрочувствованныхъ словахъ заслуги его, пригласилъ присутствующихъ на засѣданіи почтить память его вставаніемъ и сообщилъ, что имъ выражено отъ имени Общества соболѣзнованіе семьѣ почившаго.

3. *В. А. Городцовъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Геологическія наблюденія въ окрестностяхъ с. Аносина Звенигородскаго уѣзда». Сообщеніе г. *Городцова* вызвало замѣчанія со стороны *А. П. Павлова* и *Э. Е. Лейста.*

4. *С. Н. Боголюбскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Къ морфологіи скелета плечевого пояса рептилій». Сообщеніе г. *Боголюбскаго* вызвало замѣчанія *П. П. Сушкина* и *Н. А. Умова.*

5. Доложено циркулярное извѣщеніе Русскаго Энтомологическаго Общества о празднованіи пятидесятилѣтія его существованія 26 февраля 1910 года.

Постановлено привѣтствовать названное Общество адресомъ и просить *П. П. Сушкина* составить проектъ адреса.

6. Заслушаны два письма д. чл. *А. Н. Карамзина* съ отчетомъ его изслѣдованій въ 1908 и 1909 годахъ и съ приложеніемъ четырехъ открытыхъ листовъ.

Постановлено обратиться за полученіемъ такихъ же открытыхъ листовъ на 1910 годъ въ Уфимское Управленіе Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, въ Самарско-Уральское Управленіе Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ и къ Уфимскому и Самарскому Губернаторамъ.

7. Постановлено ходатайствовать передъ Черниговскимъ Губернаторомъ о выдачѣ открытаго листа на имя *Н. І. Фененко,* а также передъ Управленіемъ Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ Могилевской и Черниговской губерній о выдачѣ ему же свидѣтельства на право стрѣльбы и ловли птицъ и звѣрей въ текущемъ 1910 году въ предѣлахъ Черниговской губерніи.

8. Постановлено выразить гг. *Вальдену, Сѣверцову* и *Морозову* благодарность за заготовленіе произнесенныхъ въ соединенномъ засѣданіи Общества и XII Съѣзда Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей рѣчей.

9. Постановлено рѣчи гг. *Вальдена, Сѣверцова* и *Морозова* напечатать въ изданіяхъ Общества.

10. Г. казначей В. А. Дейнега представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 21 января 1910 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ 1909 года состоитъ на приходѣ—5860 р. 58 к., въ расходѣ—5076 р. 03 к. и въ наличности—784 р. 55 к.; 2) по кассовой книгѣ 1910 года состоитъ на приходѣ—396 р.; 3) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1700 р. и

въ наличности—92 р. 06 к.; 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3200 р. и въ наличности—109 р. 63 к. и 5) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—4000 р. и въ наличности—392 р. 81 к. Отъ д. чл. Общ. *В. В. Аршинова* поступило на наемъ лица для письменныхъ занятій по Библіотекѣ Общества—360 рублей. Единовременные членскіе взносы въ 40 р. поступили отъ *Д. П. Сырейщикова* и *Н. І. Фененко*. Плата за дипломы въ 15 р. поступила отъ *Д. Н. Артемьева*, *Вяч. А. Дейнеги*, *Н. Ф. Золотницкаго*, *Д. П. Сырейщикова* и *Н. І. Фененко*. Членскіе взносы въ 4 р. поступили за 1908 годъ отъ *Д. Н. Артемьева*, за 1909 годъ отъ *Д. Н. Артемьева*, *Ф. В. Бухгольца*, *И. И. Герасимова* и *А. М. Зайцева* и за 1910 годъ отъ *А. І. Бачинскаго*, *Ф. В. Бухгольца*, *В. Н. Габричевскаго*, *И. И. Герасимова*, *Вяч. А. Дейнеги*, *Н. Ф. Золотницкаго*, *Ю. А. Листова*, *Л. З. Мороховца*, *М. В. Павловой*, *А. П. Павлова*, *В. Н. Родзянко*, *И. Н. Стрижова* и *А. А. Хорошкова*.

11. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ*, согласно постановленію Совѣта и въ исполненіе § 46 Устава Общества, представилъ на утвержденіе смѣту прихода и расхода суммъ Общества на 1910 годъ, въ коей предположено:

На приходѣ:

1. Сумма, отпускаемая Правительствомъ на содержаніе Общества	4587 р.	— к.
2. Членскіе взносы и плата за дипломы	300 »	— »
3. Сумма отъ продажи изданій Общества	200 »	— »
4. % съ Запаснаго капитала Общества	72 »	67 »
Всего	5429 р.	67 к.

Въ расходѣ:

1. Печатаніе изданій Общества	3550 р.	— к.
2. Жалованье Письмоводителю Канцеляріи Общества	400 »	— »
3. Жалованье Письмоводителю Биліотеки Общества	400 »	— »
4. Жалованье Служителю Общества	300 »	— »
5. Наградныя деньги къ праздникамъ	130 »	— »
6. Почтовые расходы	220 »	— »
7. Канцелярскіе расходы	180 »	— »
8. Расходы по Библіотекѣ Общества	100 »	— »
9. Расходы по содержанію Общества, непредвидѣнные расходы, экскурсіи и проч.	109 »	67 »
Всего	5429 р.	67 к.

Постановлено: означенную смѣту утвердить къ исполненію.

12. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) *Антонъ Григорьевичъ Дорошевскій* (по предложенію Н. Е. Зелинскаго и А. В. Павлова) и

б) *Георгій Леонтьевичъ Стадниковъ* (по предложенію Н. Д. Зелинскаго и Н. А. Умова).

13. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложены:

а) *Константинъ Алексѣевичъ Сатунинъ* (по предложенію М. А. Мензбира и П. П. Сушкина).

б) *Григорій Ивановичъ Поляковъ* (по предложенію М. А. Мензбира и П. П. Сушкина).

в) *Василій Алексѣевичъ Городцовъ* (по предложенію А. П. Павлова и А. А. Чернова) и

г) *Николай Александровичъ Морозовъ* (по предложенію Н. А. Умова, М. А. Мензбира, А. П. Павлова, Э. Е. Лейста и В. А. Тихомирова).

1910 года, февраля 18 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей Э. Е. Лейста и А. В. Павлова, гг. членовъ В. И. Вернадскаго, М. И. Голенкина, В. С. Гулевича, Вал. А. Дейнеги, Н. Д. Зелинскаго, В. В. Карандѣева, Ѳ. Н. Крашенинникова, М. А. Мензбира, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, М. М. Новикова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, Е. Д. Ревуцкой, А. Н. Розанова, Я. В. Самойлова, Н. И. Сургунова, П. П. Сушкина, В. А. Тихомирова, А. Е. Ферсмана, Д. М. Щербачева и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 21 января 1910 года.

2. Г. Президентъ, *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ д. чл. Общества *Richard Bowdler Sharpe*, пригласилъ присутствующихъ на засѣданіи почтить память его вставаніемъ.

3. Д. чл. *П. П. Сушкинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Памяти Р. Б. Шарпа».

4. Д. чл. *Н. Д. Зелинскій* сдѣлалъ сообщеніе: «О спектрѣ поглощенія радіоактивныхъ веществъ въ области короткихъ волнъ».

5. Дд. чч. *В. И. Вернадскій* и *А. Е. Ферсманъ* сдѣлали сообщеніе: «Объ иксіоналитѣ съ Урала».

6. Д. чл. *А. Е. Ферсманъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Демонстрація фигуръ растворенія шаровъ кальцита».

7. *Александръ Ѳедоровичъ Слудскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Верхне-мѣловыя и нижне-третичныя отложенія Крыма». Сообщеніе г. *Слудскаго* вызвало замѣчанія со стороны посторонняго посѣтителя *О. К. Ланге*.

8. Заслушана просьба *А. А. Хорошкова* о снабженіи его на текущій годъ открытымъ предписаніемъ для флористическихъ изслѣдованій въ Московской губерніи.

Постановлено ходатайствовать.

9. Доложена просьба п. чл. Общ. *М. А. Мензбира* объ исходатайствованіи студенту Императорскаго Московскаго Университета *Борису Дмитріевичу Кирпичникову* съ препараторомъ свидѣтельства на право стрѣльбы и ловли птицъ и звѣрей съ научною цѣлью въ Костромской губерніи.

Постановлено ходатайствовать.

10. Постановлено ходатайствовать передъ Московскимъ Губернаторомъ о выдачѣ открытаго предписанія д. чл. Общ. *Г. И. Полякову*, съ препараторомъ, для производства зоологическихъ изслѣдованій.

11. Постановлено выдать *Александру Өедоровичу Слудскому* рекомендательное письмо для геологическихъ изслѣдованій въ Өеодосійскомъ уѣздѣ Таврической губерніи.

12. Доложено отношеніе Московской Казенной Палаты отъ 4 февраля сего года, за № 145180, объ открытіи кредита смѣты 1910 года Министерства Народнаго Просвѣщенія по § 5 на сумму 500 рублей въ пособіе Обществу.

13. Г. Библіотекарь *М. М. Новиковъ* доложилъ, что Société de Biologie, Paris, увѣдомляетъ, что оно не можетъ выслать Обществу недостающихъ у него Comptes rendues.

14. Г. Библіотекарь *М. М. Новиковъ* доложилъ, что Académie de Médecine, Paris обѣщаетъ продолжать высылку намъ бюллетеней, послѣ того, какъ мы вышлемъ ей наши бюллетени за 1908 и 1909 года.

15. Вѣнская Королевская Академія Наукъ сообщаетъ, что отнынѣ она будетъ посылать намъ свои изданія непосредственно, а не черезъ книжный магазинъ, какъ это практиковалось до сихъ поръ.

16. Посланы увѣдомленія о полученіи Обществомъ изданій 22 обществамъ и учрежденіямъ.

17. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 449 томовъ.

18. Получена благодарность отъ prof. *F. W. Clarke* и *Н. І. Фененко* за избраніе ихъ въ дѣйствитедьные члены Общества.

19. Г. секретарь *А. В. Павловъ* доложилъ циркулярное приглашеніе отъ Комитета IV Assemblée générale de l'Association Internationale des Botanistes въ Брюсселѣ принять участіе въ засѣданіяхъ Ассоціаціи 17—20 мая (н. ст.) 1910 г., имѣющихъ быть одновременно съ международнымъ ботаническимъ Конгрессомъ.

20. Д. чл. *М. И. Голенкинъ*, отмѣтивъ, что въ только что полученномъ послѣднемъ циркулярѣ организаціоннаго Комитета III Международнаго Ботаническаго Конгресса въ Брюсселѣ Обществу Испытателей При-

роды предоставленъ одинъ голосъ по вопросу о ботанической номенклатурѣ, высказался за желательность, чтобы на этотъ конгрессъ представителемъ отъ Общества былъ избранъ *А. А. Ячевскій.*

Постановлено: а) просить *А. А. Ячевскаго* и *М. И. Голенкина* быть делегатами Общества на означенномъ международномъ конгрессѣ и б) просить *М. И. Голенкина*, согласно его любезному предложенію, принять на себя трудъ списаться по этому поводу съ *А. А. Ячевскимъ.*

21. Agricultural College of the Tokyo Imperial University предлагаетъ Обществу вступить съ нимъ въ обмѣнъ изданіями.

Постановлено принять это предложеніе.

22. Доложены просьбы о пополненіи недостающихъ изданій Общества отъ слѣдующихъ учрежденій: Canadian Institute (Toronto, Canada), Société des Sciences Naturelles, Chalon sur Saône и Bibliothèque Royale Universitaire et Bibliothèque du Musée de Transylvanie (Kolozsvar).

Постановлено удовлетворить просьбы по мѣрѣ возможности.

23. Извѣщеній о высылкѣ изданій получено 8.

24. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 6 учрежденій.

25. Комиссія по международному обмѣну изданій при отношеніяхъ отъ 23 января сего года за № 99 и 5 февраля сего года за № 144 препровождаетъ 74 пакета, доставленныхъ по адресу Общества американскою, бельгійскою, итальянскою, нидерландскою и французскою комиссіями.

26. Отъ Чешской Академіи Наукъ (въ Прагѣ) получено увѣдомленіе о смерти члена Академіи d-ra *Otacar*'a *Hostinsky.*

27. Доложено о полученіи отъ *C. Hesse* (въ Чили) экземпляра его проекта реформы Календаря.

Постановлено передать полученный экземпляръ проекта на разсмотрѣніе д. чл. *П. К. Штернбергу.*

28. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 18 февраля 1910 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества за 1909 годъ состоитъ на приходѣ—6010 р. 58 к., въ расходѣ—5831 р. 42 к. и въ наличности—629 р. 16 к.; 2) по кассовой книгѣ Общества за 1910 годъ состоитъ не приходѣ—1076 р., въ расходѣ—121 р. 60 к. и въ наличности—954 р. 40 к.; 3) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1700 руб. и въ наличности—92 р. 06 к.; 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3200 р. и въ наличности—109 р. 63 к., и 5) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—4000 руб. и въ наличности—392 р. 81 к. Членскіе взносы по 4 р. за 1910 годъ поступили отъ *Д. Н. Анучина, А. П. Артари, А. Д. Архангельскаго, М. А. Богольпова, Ю. А. Бѣлоголоваго,* кн. *Г. Д. Волконскаго, Ю. В. Вульфа, В. С. Гулевича, В. П.*

Граціанова, Н. Я. Демьянова, Н. Е. Жуковскаго, Н. А. Иванцова, А. П. Иванова, А. И. Каблукова, В. В. Карандѣева, Н. А. Касьянова, С. Г. Крапивина, Ѳ. Н. Крашенинникова, Л. И. Курсанова, Л. П. Кравца, Л. К. Лахтина, Н. Н. Любавина, К. И. Мейера, В. В. Миллера, И. Ф. Огнева, П. В. Преображенскаго, Е. Д. Ревуцкой, А. Н. Реформатскаго, А. Н. Розанова, А. Н. Сабанина, И. П. Соболева, Е. М. Соколовой, Е. М. Степанова, Н. И. Сургунова, Я. В. Самойлова, Н. Ѳ. Слудскаго, А. А. Титова, А. Ф. Флерова, М. К. Цвѣтаевой, П. В. Циклинской, А. А. Чернова, Н. И. Чистякова, Н. А. Шилова, П. К. Штернберга, В. С. Щегляева и *Д. М. Щербачева.*

29. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) *Василій Алексѣевичъ Городцовъ* (по предложенію А. А. Павлова и А. А. Чернова).

б) *Николай Александровичъ Морозовъ* (по предложенію Н. А. Умова, М. А. Мензбира, А. П. Павлова, Э. Е. Лейста и В. А. Тихомирова).

в) *Григорій Ивановичъ Поляковъ* (по предложенію М. А. Мензбира и П. П. Сушкина).

г) *Константинъ Алексѣевичъ Сатунинъ* (по предложенію М. А. Мензбира и П. П. Сушкина).

30. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложены: *Александръ Ѳеодоровичъ Слудскій* (по предложенію А. П. Павлова и В. И. Вернадскаго) и *Дмитрій Николаевичъ Соколовъ* (по предложенію В. И. Вернадскаго, А. П. Павлова и А. В. Павлова).

1910 года, марта 18 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. Вице-Президента А. П. Сабанѣева, гг. секретарей Э. Е. Лейста и А. В. Павлова, и гг. членовъ: М. А. Боголѣпова, Ю. А. Бѣлоголоваго, кн. Г. Д. Волконскаго, Ю. В. Вульфа, М. П. Голенкина, Вал. А. Дейнеги, Вяч. А. Дейнеги, Н. Д. Зелинскаго, В. В. Карандѣева, Л. П. Кравца, Ѳ. Н. Крашенинникова, В. В. Миллера, А. Б. Миссуны, Н. А. Морозова, М. М. Новикова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, Е. Д. Ревуцкой, А. Н. Розанова, Н. И. Сургунова, П. П. Сушкина, А. А. Чернова и Д. М. Щербачева и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 18-го февраля 1910 года.

2. *П. П. Сушкинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Рефератъ о работахъ: *В. Г. Шабловской*—«Къ морфологіи позвонка птицъ» и *Н. Н. Поповой*—«Развитіе скелета конечностей у коровы». Сообщеніе г. *Сушкина* вызвало вопросы со стороны *М. М. Новикова.*

3. *Ю. В. Вульфъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Вліяніе давленія солнечнаго свѣта на давленіе земной атмосферы». Сообщеніе г. *Вульфа* вызвало оживленный обмѣнъ мнѣній, въ которомъ, кромѣ докладчика, приняли участіе: *Н. А. Морозовъ, Э. Лейстъ, Н. А. Умовъ, Б. К. Млодзѣевскій* и *А. А. Эйхенвальдъ*.

4. *М. С. Швецовъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Мѣловыя и нижнетретичныя отложенія Кавказскаго побережья Чернаго моря». Сообщеніе г. *Швецова* вызвало замѣчанія со стороны *А. П. Павлова*.

5. *В. В. Челинцевъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О реакціи Гриньяра и о возможности ея въ растеніяхъ». Сообщеніе г. *Челинцева* вызвало вопросы со стороны *А. П. Сабанѣева*.

6. Постановлено сообщеніе *М. Д. Залѣсскаго*: «Объ открытіи известковыхъ конкрецій, извѣстныхъ подъ названіемъ «coal balls», въ одномъ изъ пластовъ каменноугольныхъ отложеній Донецкаго бассейна», за отсутствіемъ докладчика напечатать въ видѣ приложенія къ сему протоколу.

7. *Н. А. Морозовъ* благодаритъ Общество за избраніе его въ дѣйствительные члены Общества.

8. Ревизіонная комиссія представила слѣдующій протоколъ, произведенной ею ревизіи кассовыхъ книгъ, оправдательныхъ документовъ и наличности кассы Общества за 1909 годъ:

«Ревизіонная комиссія, въ составѣ нижеподписавшихся, имѣетъ честь доложить Обществу, что, по произведенной 15 марта 1910 года подробной провѣркѣ кассовыхъ книгъ и документовъ Общества, оказалось, согласно съ поступленіями и удостовѣренными расходами, къ 1 января 1910 года всего суммъ:

	Процентными бумагами:	Наличными деньгами:
Запаснаго капитала Общества	1700 р.	92 р. 06 к.
По приходо-расходной книгѣ	—	170 » 26 »
Капитала имени К. И. Ренара	3200 »	109 » 63 »
Капитала имени А. Г. Фишера фонъ-Вальдгейма	4000 »	392 » 81 »
Итого	8900 р.	764 р. 76 к.

% бумаги хранятся въ Московской Конторѣ Государственнаго Банка, расписки же Банка и наличныя деньги у г. казначея на рукахъ. Кромѣ того, г. казначеемъ были предъявлены расписки Московской Конторы Государственнаго Банка на храненіе четырехъ $4^1/_2$% облигацій сторублеваго достоинства Московскаго Городского Кредитнаго Общества и девяносто три рубля 66 к. наличными деньгами, собранные для капитала имени С. М. Переяславцевой.

Всѣ записи въ книгахъ и оправдательные документы найдены въ полномъ порядкѣ.

15 марта 1910 года.

Члены Ревизіонной комиссіи: В. Тихомировъ, А. Черновъ».

Постановлено: благодарить гг. Членовъ Ревизіонной Комиссіи за понесенный ими трудъ, а г. Казначея за образцовое веденіе кассовой отчетности по Обществу.

9. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ слѣдующій отчетъ по приходу и расходу суммъ Общества за 1909 годъ:

Приходъ:	По смѣтѣ:	
1. Сумма, отпускаемая Правительствомъ	4857 р. — к.	4857 р. — к.
2. Членскіе взносы и плата за дипломы	300 » — »	438 » — »
3. Отъ продажа изданій Общ. . .	200 » — »	150 » — »
4. % съ Запаснаго капитала О-ва	64 » 12 »	68 » 40 »
5. Пожертвованіе Д. чл. Общ., В. В. Аршиновымъ на наемъ лица для работъ по Библіотекѣ.	— » — »	360 » — »
6. Остатокъ отъ суммъ 1908 г.	— » — »	137 » 18 »
Всего .	5421 р. 12 к.	6010 р. 58 к.

Расходъ:		
1. Печатаніе изданій Общества .	3550 р. — к.	3148 р. 38 к.
2. Жалованье письмоводителю канцеляріи	400 » — »	400 » — »
3. Жалованье письмоводителю библіотеки	400 » — »	400 » — »
4. Вознагражденіе лицу, приглашенному для письменныхъ работъ по Библіотекѣ . . .	— » — »	360 » — »
5. Жалованье служителю Общества	270 » — »	270 » — »
6. Наградныя деньги къ праздникамъ	140 » — »	130 » — »
7. Почтовые расходы	240 » — »	352 » 84 »
8. Канцелярскіе расходы	180 » — »	254 » 66 »
9. Расходы по библіотекѣ Общества	100 » — »	100 » 70 »
10. Расходы по содержанію Общества, непредвидѣнные расходы, экскурсіи и проч. . .	141 » 12 »	423 » 74 »
Всего .	5421 р. 12 к.	5840 р. 32 к.

В. А. Дейнега предвидитъ къ веснѣ сего года долгъ Общества свыше 5000 рублей.

11. Доложено, что 21 сего марта исполнится 25-лѣтіе плодотворной ученой дѣятельности д. чл. Общ. *В. В. Сапожникова* въ Томскѣ.

Постановлено привѣтствовать проф. *Сапожникова* телеграммой.

12. Постановлено выдать открытыя рекомендательныя письма:

1) *К. Е. Мурашкинскому* для ботанико-географическихъ изслѣдованій въ предѣлахъ Нижегородской губерніи по заявленію *М. И. Голенкина.*

2) Чл. кор. Общ. *В. Н. Бостанжогло* для зоологическихъ работъ въ районѣ Средняго и Нижняго Поволжья;

3) *В. Ф. Раздорскому* для сбора растеній и образцовъ почвъ въ предѣлахъ Тверской области, по заявленію *И. М. Голенкина*;

4) Д. ч. Общ. *А. Ѳ. Слудскому* для геологическихъ работъ въ предѣлахъ Ѳеодосійскаго уѣзда Таврической губерніи;

5) *Г. Ѳ. Мирчинку* для геологическихъ работъ въ предѣлахъ Симферопольскаго и Ѳеодосійскаго уѣздовъ и Севастопольскаго градоначальства Таврической губерніи, по заявленію *А. П. Павлова.*

и 7) *В. А. Филатову* для зоологическихъ изслѣдованій въ Калужской губерніи, по заявленію *М. А. Мензбира.*

12. Постановлено ходатайствовать передъ Таврическимъ губернаторомъ о выдачѣ д. чл. Общ. проф. *С. П. Попову* открытаго листа для производства минералогическихъ изслѣдованій и сбора коллекцій въ предѣлахъ Таврической губерніи, и передъ Наказнымъ Атаманомъ Кубанской области о выдачѣ открытаго листа г. *Попову* для Кубанской области.

13. Постановлено ходатайствовать, согласно заявленію *М. А. Мензбира*, передъ г. Управляющимъ Нижегородскимъ Удѣльнымъ Округомъ и передъ Начальникомъ Управленія Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ Нижегородской губерніи о выдачѣ свидѣтельства на право стрѣльбы и ловли птицъ и звѣрей съ научною цѣлью, и передъ Нижегородскимъ Губернаторомъ о выдачѣ открытаго листа *П. В. Серебровскому* съ препараторомъ.

14. Доложено циркулярное сообщеніе Императорской Академіи Наукъ о предположеніи издать ко дню юбилея Ломоносова особый сборникъ статей, посвященныхъ разработкѣ вопросовъ научной дѣятельности и біографіи Ломоносова, съ просьбою о доставленіи статей, которыя могли бы быть опубликованы въ предполагаемомъ изданіи.

15. Доложено отношеніе Императорскаго Николаевскаго Университета въ Саратовѣ отъ 22 сего марта, за № 125, съ просьбою о высылкѣ изданій Общества и за истекшіе годы.

Постановлено высылать изданія Общества по мѣрѣ возможности и предложить обмѣнъ изданіями.

16. Размѣръ преміи имени *К. И. Ренара* опредѣленъ для слѣдующаго конкурса въ 350 рублей.

17. Доложено о полученіи статьи доктора *Н. Н. Вакуловскаго*— «Значеніе растеній для здоровья вообще, и въ городскихъ поселеніяхъ въ оообенности».

Постановлено благодарить.

18. Доложено о полученіи свидѣтельства на право стрѣльбы и ловли птицъ и звѣрей на имя Д. ч. Общ. *А. Н. Карамзина* отъ Начальника Управленія Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ Уфимской губерніи и открытаго листа отъ Уфимскаго Губернатора; свидѣтельства на имя д. ч. Общ. *Н. І. Фененко* отъ Черниговскаго Губернатора, на ими дд. чч. Общ. *Г. И. Полякова* и *А. А. Хорошкова* отъ Московскаго Губернатора, на имя *Г. И. Полякова* отъ Московско-Тверского Управленія Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ; свидѣтельства на имя *Б. Д. Кирпичникова* отъ Костромско-Ярославскаго Управленія Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ и Нижегородскаго Управленія Удѣльнаго Округа; свидѣтельства на имя *Н. І. Фененко* отъ Управленія Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ Могилевской и Черниговской губерній.

14. Доложено отношеніе г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа отъ 9 сего марта, за № 7145, и Московской Казенной Палаты отъ 12 сего марта, за № 151892, объ открытіи кредита на сумму 500 руб. въ распоряженіе Общества.

20. Доложено объявленіе о состязаніи летальныхъ аппаратовъ 1 сего апрѣля.

21. Доложено о сборѣ пожертвованій на образованіе фонда имени И. Е. Забѣлина и о сборѣ пожертвованій на увѣковѣченіе памяти Великаго Князя Михаила Николаевича.

22. Получена благодарность отъ проф. *J. von Wiesner*'и за избраніе его въ почетные члены.

23. Отъ организаціоннаго Комитета III Международнаго Ботаническаго Конгресса (въ Брюсселѣ) полученъ циркуляръ № 8 касательно организаціи секціи, посвященной вопросамъ о ботанической номенклатурѣ, въ которомъ отмѣчено, что Обществу Испытателей Природы предоставленъ 1 голосъ по этому вопросу.

Постановлено увѣдомить, что делегатами отъ Общества избраны *М. И. Голенкинъ* и *А. А. Ячевскій*.

24. Г. секретарь *А. В. Павловъ*, доложивъ о полученіи отъ Verein zur Verbreitung Naturwissenschafticher Kenntnisse (въ Вѣнѣ) извѣщенія о празднованіи 50-лѣтняго юбилея Общества 30 марта (н. ст.) 1910 г., заявилъ, что Обществомъ своевременно была послана привѣтственная телеграмма.

25. Полученъ циркуляръ съ извѣщеніемъ о международномъ американскомъ научномъ Конгрессѣ въ Буэносъ-Айресѣ 10—25 іюля (н. ст.) 1910 года.

Постановлено послать привѣтствіе.

26. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 8.

27. Благодарность за присылку изданій Общества получена отъ 2 учрежденій.

28. Комиссія по международному обмѣну изданій при отношеніи отъ марта 1910 года, за № 274, увѣдомляетъ о высылкѣ 7 пакетовъ, доставленныхъ Американскою и Бельгійскою комиссіями и Министерствомъ Иностранныхъ Дѣлъ.

29. Калифорнійскій Университетъ и Баварская Академія Наукъ просятъ о пополненіи недостающихъ въ ихъ библіотекахъ изданій Общества.

Постановлено: удовлетворить просьбы названныхъ учрежденій по мѣрѣ возможности.

30. Издатель журнала «Jon» предлагаетъ вступить съ нимъ въ обмѣнъ изданіями.

Постановлено: вступить въ обмѣнъ и посылать бюллетени, начиная съ 1908 года.

31. Совѣтъ Бессарабскаго Общества естествоиспытателей и любителей естествознанія, а также Совѣтъ Читинскаго Отдѣленія Приамурскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, препровождая свои изданія, просятъ вступить съ ними въ обмѣнъ.

Постановлено: посылать Бессарабскому Обществу бюллетени, начиная съ 1908 года, а Читинскому Отдѣленію Приамурскаго отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества отчеты, начиная съ 1908 года.

32. Кружокъ Натуралистовъ при Кіевскомъ Политехническомъ Институтѣ проситъ присылать ему изданія Общества въ обмѣнъ на имѣющіе выходить труды и отчеты Кружка.

Постановлено: воздержаться отъ обмѣна до присылки Кружкомъ его печатныхъ трудовъ.

33. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 183 тома.

34. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 18 марта 1810 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ въ приходѣ—1269 р. 06 к., въ расходѣ—243 р. 20 к. и въ наличности—1026 р. 06 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1700 р. въ наличности—92 р. 06 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3200 руб. и въ наличности—109 р. 63 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—400 руб. и въ наличности—392 р. 81 к. Плата за дипломъ въ 15 р. поступила отъ *М. А. Боголѣпова.* Членскіе взносы по 4 р. за 1909 и 1910 гг. поступили отъ *Е. В. Цвѣткова.*

35. Въ дѣйствительные члены избраны: *Александръ Ѳедоровичъ Слудскій* (по предложенію А. П. Павлова и В. И. Вернадскаго) и *Дмитрій*

Николаевичъ Соколовъ (по предложенію В. И. Вернадскаго, А. П. Павлова и А. В. Павлова).

36. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложены: *Владиміръ Васильевичъ Челинцевъ* (по предложенію Н. А. Умова, Н. Д. Зелинскаго и А. П. Павлова) и *Василій Николаевичъ Бостанжогло* (по предложенію М. А. Мензбира, П. П. Сушкина и М. М. Новикова).

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Объ открытіи известковыхъ конкренцій, извѣстныхъ подъ названіемъ coal balls, въ одномъ изъ угольныхъ пластовъ каменноугольныхъ отложеній Донецкаго бассейна.

М. Д. Залѣсскаго.

Известковыя конкреціи въ пластахъ каменнаго угля издавна извѣстны въ нѣкоторыхъ каменноугольныхъ бассейнахъ Европы. Они были открыты въ Англіи сначала въ Lower Coal-measures Лэнкашира, а впослѣдствіе Іоркшира [1]). Кровля угольнаго пласта, въ которомъ встрѣчаются подобныя конкреціи, заключаетъ *Aviculopecten papyraceus*, *Goniatites Listeri*, *Orthoceras attenuatum* и другіе морскіе моллюски.

Изслѣдованіе тонкихъ прозрачныхъ разрѣзовъ, сдѣланныхъ изъ этихъ конкрецій, показало, что въ нихъ заключаются разнообразныя остатки каменноугольныхъ растеній съ превосходно сохраненнымъ строеніемъ ихъ тканей. Всѣмъ хорошо извѣстно, что эти известковыя конкреціи Англіи или, какъ называютъ тамъ, coal balls доставили наиболѣе обширный и цѣнный матеріалъ для сужденія объ организаціи растеній, образовавшихъ лѣса каменноугольнаго періода.

---

[1]) J. D. Hooker and E. W. Binney. *On the structure of certain Limestone Nodules enclosed in seams of Bituminous Coal, with a Description of some Trigonocarpous contained in them.* Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. 145, 1855, p. p. 149—156.

J. Lonax. *On the Occurrence of the Nodular Concretions (Coal Balls) in the Lower Coal Measures.* Abstract of paper read before Section K, Brit. Assoc. Belfast, 1902, p. 811.

M. C. Stopes and D. M. S. Watson. *On the present Distribution and Origin of the Calcareous Concretions in coal-seams, known as „Coal Balls".* Philos. Trans. Roy. Society of London. Ser. B. vol. 200, p.p. 167—218.

Стоитъ только напомнить, что безсмертные труды Binney, Williamson'а и Scott'а имѣли предметомъ изученія строеніе растеній, происходившихъ главнымъ образомъ изъ этихъ coal balls, чтобы составить себѣ представленіе о важности ихъ открытія для науки. Впослѣдствіи открытія подобныхъ же конкрецій сдѣланы были въ Австріи въ бассейнѣ Острау-Корванскомъ близъ Орсгау и въ Вестфаліи, что было отмѣчено въ литературѣ нѣсколькими работами [2]). Въ самое недавнее время открытіе подобныхъ же конкрецій было сдѣлано prof. Kukuk въ каменноугольномъ бассейнѣ Wurm (Aix-la-Chapelle) [3]). Слѣдуетъ отмѣтить, что во всѣхъ этихъ бассейнахъ, какъ и въ Англіи, въ кровлѣ того угольнаго пласта, гдѣ находятся известковыя конкреціи, встрѣчена морская фауна съ *Goniatites*, *Aviculopecten* и *Orthoceras*.

Я счастливъ подѣлиться, что подобныя же известковыя конкреціи мною открыты въ настоящее время и въ Донецкомъ бассейнѣ въ Калміусскомъ районѣ въ одномъ изъ угольныхъ пластовъ (между

---

[2]) D. Stur. *Über die in Flötzen reiner Steinkohle enthaltenen Stein-Rundmassen und Torf-Sphärosiderite.* Jahrb. d. K. K. Reichsanstalt. Wien, 1885, vol. 35, p.p. 613—647.

Wedekind. *Fossile Hölzer im Gebiete des Westfälischen Steinkohlengebirges.* Verhandlungen des Naturhistorishen Vereines der Preussischen Rheinlande und Westphalen, 1884, S. 181.

Ernst Weiss. *Einige Carbonate aus der Steinkohlenformation.* Jahrb. d. Kön. Preuss. Geolog. Landesanstalt zu Berlin (1884) 1885, p.p. 113—119.

L. Piedboeuf. *Concrétions dolomitiques de l'étage houiller à Aviculopecten du bassin houiller de la Westphalie.* Annales de la Société Géologique de Belgique, t. 15, 1888, p. LXXVIII—XCIII.

Замѣтки по поводу работы M. R. Nasse, *Die Lagerungsverhältnisse pflanzenführender Dolomitenconcretionen im Westfälischen Steinkohlengebirge.* Verhandlungen des Naturhistorisochen Vereines der Preussischen Rheinlande und Westphalen 1887 und Glückauf 1887.

J. Felix. *Untersuchungen über den inneren Bau wsetfälischer Carbonpflanzen.* Abhandl. d. Geolog. Landesanstalt, Bd. VII, Heft 3, 1886.

Kap. *Das flötzführende Steinkohlengebirge* S. 68—70. Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten Hälfte des 19 Jahrhunderts, 1903, I Geologie. Verlagsbuchandlung von Julius Springer in Berlin.

[3]) Kukuk. *Ueber Einschlüsse in den Flötzen des Niederrheinischwestfälischen Steinkohlenvorkommens.* Bericht des Niederrhein. geolog. Vereins, 1908, p. 25—36. Смотри замѣтку A. Renier, *Sur les conséquences de la découverte de concretions dolomitiques à la mine Maria d'Aix-la-chapelle.* Annales de la Societé de Belgique, t. XXVI, Bulletin 1909.

известняками H_4 и H_3), подчиненномъ серіи породъ C_2^3 общаго разрѣза каменноугольныхъ отложеній этого бассейна, отвѣчающей вполнѣ по своему стратиграфическому положенію той толщѣ каменноугольныхъ осадковъ, въ которой встрѣчаются подобныя же конкреціи въ другихъ странахъ. Въ этомъ короткомъ сообщеніи я позволю себѣ воздержаться отъ указанія какъ названія пласта и шахты, такъ и характера залеганія этихъ конкрецій въ пластѣ. Это будетъ сдѣлано въ подробной работѣ, которую я намѣренъ посвятить этому же предмету [4]). Здѣсь я только укажу, что обстоятельства, при которыхъ встрѣчаются эти известковыя конкреціи въ Донецкомъ бассейнѣ, являются тѣми же какъ и въ другихъ бассейнахъ Европы. Кровля угольнаго пласта, въ которомъ находятся конкреціи, заключаетъ шары (почки) сѣраго глинистаго сланца, въ которыхъ находятся раковины *Goniatites Listeri* Mart. mutatio descendens (= anticedens), *Pecten* (*Strebloptesia*) cf. *lateralis* de Koninck и *Orthoceros sp.* [5]). Интересно отмѣтить теперь же, что изслѣдованіе нѣсколькихъ шлифовъ, изготовленныхъ изъ этихъ известковыхъ конкрецій, обнаружило въ нихъ тѣ же растительныя формы, которыя находятся и въ англійскихъ coal balls.

Однимъ изъ наиболѣе обыкновенныхъ растеній являются стебли *Lyginopteris Oldhamia* Williamson, съ нерѣдко находящимися тутъ же вблизи черешками этого растенія и листвою его, *Rachiopteris aspera* Willamson, *Sphenopteris Hoeninghausi* Brony. Кромѣ *Lyginopteris Oldhamia*, я встрѣтилъ *Medullosa anglica* Scott, представленную черешками (Myelopteris), и прекрасный стебель *Lepidodendron*, который по характеру выступовъ короны, на мой взглядъ, слѣдовало бы отнести къ *Lepidodendron* (*Lepidophloios*) *Hickii* Watson, а также остатки Calamites, Stigmaria и другихъ формъ.

1910 года, апрѣля 29 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей Э. Е. Лейста и А. В. Павлова, гг. членовъ: А. І. Бачинскаго, С. П. Бѣликова, В. С. Гулевича,

[4]) Эта работа появится, какъ скоро будутъ закончены химическіе анализы известковыхъ конкрецій и изученіе состава флоры ихъ будетъ значительно болѣе подвинуто впередъ, чѣмъ это сдѣлано въ настоящее время.

[5]) Этими опредѣленіями я обязанъ Д. Н. Соколову, которому приношу мою сердечную благодарность за помощь.

Вал. А. Дейнеги, А. П. Иванова, И. И. Касаткина, Е. И. Карнѣевой, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, А. П. Павлова, М. В. Павловой, А. Н. Розанова, Н. Ѳ. Слудскаго, В. Д. Соколова, Н. И. Сургунова, В. А. Тихомирова, А. А. Чернова и Д. М. Щербачева и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 18-го марта 1910 года.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ дѣйствительныхъ членовъ *Alexander Agassiz* въ Кэмбриджѣ въ Америкѣ и *Edouard van Beneden* въ Лютихѣ, пригласилъ присутствовавшихъ на засѣданіи почтить память ихъ вставаніемъ.

3. Поч. чл. *В. А. Тихомировъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Сладкій японскій картофель Stachys Sieboldii».

4. Поч. чл. *А. П. Павловъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Замѣтка объ образованіи оползней въ гликистыхъ и песчано-глинистыхъ породахъ». Сообщеніе г. *Павлова* вызвало замѣчанія со стороны *А. В. Павлова*, *Н. А. Умова*, *В. Д. Соколова*, *А. І. Бачинскаго* и *И. И. Касаткина*. Докладъ *А. П. Павлова* при семъ особо прилагается.

5. Д. чл. *Д. М. Щербачевъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Анатомическое строеніе гаоляна (Andropogon Sorghum). Сообщеніе г. *Щербачева* вызвало вопросы со стороны *В. А. Тихомирова*. Докладъ г. *Щербачева* при семъ особо прилагается.

6. Д. чл. *А. Н. Розановъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О зонахъ подмосковнаго портланда».

7. Поч. чл. *А. П. Павловъ* доложилъ письмо д. чл. *А. Н. Карамзина* отъ 22-го минувшаго марта, извѣщающее о находкѣ пермскихъ ископаемыхъ рыбъ въ Бугурусланскомъ уѣздѣ, а также касающіяся той же находки выдержки изъ другого письма *А. Н. Карамзина*, которое онъ получилъ позже. По поводу сообщенныхъ *А. Н. Карамзинымъ* свѣдѣній о находкѣ остатковъ ископаемыхъ рыбъ проф. *А. П. Павловъ* замѣчаетъ, что до подробнаго изслѣдованія всей окружающей мѣстности трудно сказать къ какому именно горизонту верхне-пермской толщи принадлежитъ слой, заключающій эти остатки. Изображенная А. Н-чемъ въ видѣ схематическаго наброска форма этого слоя, быть можетъ, представляетъ собою не синклинальную складку, а образованіе, напоминающее тѣ линзы, въ которыхъ проф. В. П. Амалицкій нашелъ богатую и разнообразную фауну позвоночныхъ въ С. части Вологодской губ., т.-е. поперечный разрѣзъ долинки, вырытой въ песчаникѣ и выполненной мергелистымъ осадкомъ, въ основаніи котораго находится слой съ рыбами. Къ сожалѣнію, схематическій чертежъ *А. Н. Карамзина* изображаетъ положеніе слоевъ лишь въ непосредственной близости къ мѣсту находки, такъ что о стратиграфическихъ условіяхъ мѣстонахожденія ископаемыхъ можно дѣлать только догадки. Въ виду значительнаго научнаго интереса, какой представляетъ эта находка, проф. *Павловъ* просилъ выразить *А. Н. Карам-*

зину благодарность отъ имени Общества за его сообщеніе и за принятыя имъ мѣры къ тому, чтобы эта находка не пропала безслѣдно для науки.

Постановлено выразить *А. Н. Карамзину* благодарность.

8. Заслушано извѣщеніе Императорскаго Московскаго Археологическаго Общества о томъ, что 30 апрѣля текущаго года исполняется 25 лѣтъ предсѣдательства въ названномъ Обществѣ графини Прасковіи Сергѣевны *Уваровой*.

Постановлено привѣтствовать поч. чл. графиню *Уварову* телеграммою.

9. Избранные въ засѣданіи Общества 18 марта сего года въ дѣйствительные члены Александръ Ѳеодоровичъ *Слудскій* и Дмитрій Николаевичъ *Соколовъ* благодарятъ за избраніе ихъ.

10. Д. чл. *В. В. Сапожниковъ* въ Томскѣ благодаритъ за поздравленіе по поводу 25-лѣтія его научной дѣятельности.

11. Доложено отношеніе г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа отъ 9 сего апрѣля, за № 10718, и отношеніе Московской Казенной Палаты отъ 10 сего апрѣля, за № 156592, объ открытіи кредита на сумму 500 руб. въ счетъ годового пособія въ 4857 руб.

12. Постановлено выдать открытыя рекомендательныя письма—поч. чл. *В. А. Тихомирову* для ботаническихъ изслѣдованій на Кавказѣ; Михаилу Сергѣевичу *Швецову* для геологическихъ изслѣдованій въ предѣлахъ Вельяминовскаго и Сочинскаго округовъ, Черноморской губерніи, и Сухумскаго и Шаропанскаго уѣзда, Кутаиской грберніи; Ивану Ивановичу *Бушуеву* для геологическихъ изслѣдованій въ Зарайскомъ и Михайловскомъ уѣздахъ Рязанской губерніи; д. чл. *А. Н. Розанову* для геологическихъ изслѣдованій въ предѣлахъ Симбирской, Саратовской и Самарской губерній.

13. Постановлено исходатайствовать передъ Пермскимъ губернаторомъ о выдачѣ д. чл. *А. А. Чернову* открытаго листа для геологическихъ изслѣдованій.

14. Доложено о полученіи отъ Начальника Управленія Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ Смоленской и Витебской губерній и отъ Управленія Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ Могилевской и Черниговской губерній свидѣтельствъ на имя д. чл. *В. В. Станчинскаго* съ препараторомъ *Ив. Пѣтуховымъ* на право стрѣльбы и ловли птицъ и звѣрей въ предѣлахъ Смоленской и Могилевской губерній; отъ Управленія Нижегородскаго Округа свидѣтельства для производства зоологическихъ изслѣдованій и сбора коллекцій на имя *П. В. Серебровскаго*; отъ Кутаисскаго Губернатора открытаго листа на имя д. чл. *А. В. Павлова*.

15. Проф. *M. Weber* въ Мюнхенѣ доставилъ Обществу 7 различныхъ печатныхъ статей.

Постановлено: благодарить.

16. Постановлено прекратить высылку изданій Общества Реальному Училищу въ Екатеринославѣ.

17. Доложенъ циркуляръ Одесскаго Отдѣленія Императорскаго Русскаго Техническаго Общества объ учрежденіи при химическомъ отдѣлѣ Радіологической Лабораторіи для безплатнаго изслѣдованія русскихъ минераловъ, содержащихъ радій, уранъ и торій и изученія явленій радіоктивности.

18. Постановлено принять предложенный редакціей журнала «Физикъ-любитель» обмѣнъ изданіями и высылать ей протоколы и отчеты.

19. Доложено извѣщеніе Императорскаго Русскаго Техническаго Общества о созывѣ въ С.-Петербургѣ въ періодъ времени съ 6 по 15 мая сего 1910 года Съѣзда дѣятелей, занимающихся построеніемъ и измѣненіемъ двигателей внутренняго сгоранія.

20. Доложено, что къ 1 марта сего года ни одного сочиненія для соисканія учрежденной на счетъ пожертвованія со стороны Таврическаго Губернскаго Земства при Обществѣ преміи имени *Н. А. Головкинскаго* не поступило.

Постановлено образовать Комиссію изъ всѣхъ живущихъ въ Москвѣ членовъ-геологовъ Общества для разсмотрѣнія соотвѣтствующихъ сочиненій, не представленныхъ на конкурсъ.

21. Г. секретарь *А. В. Павловъ* доложилъ, что отъ Организаціоннаго Комитета IX Международнаго Геологическаго Конгресса въ Швеціи, имѣющаго быть 18—25 августа н. с. 1910 г., получена программа конгресса и намѣченныхъ при немъ экскурсій, съ приглашеніемъ принять въ немъ участіе посылкой представителей отъ Общества. Комитетъ Конгресса увѣдомляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ, что одновременно съ конгрессомъ будутъ происходить засѣданія II Conférence Agrogéologique Internationale.

Постановлено: избрать представителями на конгрессѣ: *Э. Е. Лейста* и *А. В. Павлова*.

22. Г. секретарь *А. В. Павловъ* доложилъ, что отъ Комитета III Международнаго Ботаническаго Конгресса въ Брюсселѣ получена брошюра подъ заглавіемъ Phytogeographische Nomenklatur von Flahault und Schvötter.

23. Г. секретарь *А. В. Павловъ* доложилъ, что отъ Geologische Gesellschaft in Wien получена программа засѣданій Общества и организованныхъ имъ экскурсій въ апрѣлѣ и маѣ сего года.

24. Г. секретарь *А. В. Павловъ*, доложивъ о полученіи отъ редакціи «American Journal of Science» и отъ директора Laboratorio di Zoologia Generale i agraria in Portici заявленій относительно неполученія ими новыхъ изданій Общества, сообщилъ, что въ отвѣтъ на полученныя заявленія Обществомъ своевременно было послано увѣдомленіе о высылкѣ его изданій черезъ Комиссію по международному обмѣну изданій.

25. Société Scientifique Argentine въ Buenos Aires'ѣ увѣдомляетъ Общество, что отъ 10 до 25 іюля сего года въ Буэносъ Айресѣ имѣетъ быть Научный Международный Американскій Конгрессъ, организованный Обществомъ по случаю празднованія столѣтняго юбилея объявленія независимости Аргентины и другихъ южно-американскихъ странъ.

Постановлено: послать Конгрессу привѣтствіе.

26. Комиссія по международному обмѣну изданій при отношеніи отъ 6 апрѣля сего года, за № 357, увѣдомляетъ о высылкѣ 14 пакетовъ, полученныхъ на имя Общества чрезъ Американскую и Бельгійскую комиссіи.

27. Зоотомическій Институтъ Стокгольмскаго Университета, Естественнонаучное Общество въ Prostejove (Моравія) и Общество изслѣдователей Волыни, посылая Обществу свои печатные труды, просятъ вступить съ ними въ обмѣнъ изданіями.

Постановлено: вступить въ обмѣнъ съ названными учрежденіями, посылая первымъ двумъ Bulletin и Mémoires, Обществу же Изслѣдователей Волыни—Матеріалы и протоколы, и съ своей стороны просить выслать Обществу полную серію ихъ изданій въ обмѣнъ на существующія изданія Общества.

28. Университетская библіотека въ Heidelberg'ѣ, Public Museum of the City of Milwaukee, Директоръ Императорскаго С.-Петербургскаго Ботаническаго Сада, Real Academia de Ciencias y Artes de Bercelona, Magyar Nemzeti Museum и Deutscher Verein «Lotos» просятъ о пополненіи ихъ библіотекъ недостающими изданіями Общества.

Постановлено: удовлетворить по мѣрѣ возможности.

29. Dr. *Wegner*, прив.-доц. въ Мюнстерѣ, посылая Обществу печатные труды, проситъ выслать ему 1 экземпляръ появившейся въ бюллетеняхъ Общества работы *Weber*'a: «Ueber tertiäre Rhinocerotiden», 1904, 1905.

Постановлено: удовлетворить просьбу.

30. Извѣщеній о полученіи изданій Общества получено 11.

31. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 28.

32. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 308 томовъ.

33. Казначей, *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы общества къ 29 апрѣля 1910 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ—2277 р. 26 к., въ расходѣ—1251 р. 45 к. и въ наличности—1025 р. 81 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1700 руб. и въ наличности—92 р. 06 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3200 руб. и въ наличности—109 р. 63 к., и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—400 руб. и въ наличности—392 р. 81 к. Членскіе взносы по 4 руб. поступили отъ *И. И. Касаткина* и *В. Г. Хименкова*.

34. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ* отъ имени Совѣта предложилъ избрать заслуженныхъ профессоровъ *Д. Н. Анучина, В. К. Цераскаго* и *Б. К. Млодзѣевскаго* почетными членами общества.

Предложеніе это было принято.

35. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) *Владиміръ Васильевичъ Челинцевъ* (по предложенію Н. А. Умова, Н. Д. Зелинскаго и А. П. Павлова).

б) *Василій Николаевичъ Бостанжогло* (по предложенію М. А. Мензбира, П. П. Сушкина и А. П. Павлова).

36. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложены:

а) *Александръ Павловичъ Герасимовъ* въ С.-Петербургѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго, А. В. Павлова, В. Д. Соколова и А. П. Павлова).

б) *Дмитрій Владиміровичъ Соколовъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго, А. В. Павлова и А. П. Павлова).

ПРИЛОЖЕНІЯ.

Chinese or Japanese asparagus: Kan-lu, Cho.

Китайская, иначе японская спаржа: Kan-lu, Chorogi.

Prof. V. A. Tikhomirov.

Профессоръ В. А. Тихомировъ.

Сочные очень характерные, *четковидные* клубни, о которыхъ будетъ рѣчь: *Stachys affinis Bunge* = *St. Sieboldi Miquel* прежде всего не *спаржа* и не *сладкій картофель Китая* и *Японіи*, какъ его зовутъ. Растеніе принадлежитъ къ семейству *Labiatae*. Клубни его—питательная, очень легко усвояемая, вкусная овощь, цѣлые вѣка воздѣлывается въ *Китаѣ*, и лишь позже въ *Японіи*, а съ начала 1882 года разводилась очень успѣшно въ огородахъ окрестностей *Парижа*, являющаяся уже предметомъ вывоза оттуда. Кромѣ *Франціи*, нынѣ разводится въ *Англіи*, *Бельгіи*, *Швейцаріи*, *Италіи* и *Австріи*.

До прошедшей зимы въ *Москву не попадала;* она появилась здѣсь впервые въ крупномъ зеленномъ магазинѣ *Лапина, въ Охотномъ ряду*. Предъявляемые нынѣ Обществу клубни и выросшіе изъ нихъ (съ 20 февраля по 29 апрѣля) надземные живые листопадные стебли, воспитываемые мною въ комнатѣ, и стали предметомъ анатомическихъ и микрохимическихъ изслѣдованій, о результатахъ которыхъ я и предполагаю сообщить Обществу въ настоящемъ засѣданіи.

Обстоятельнымъ знакомствомъ со *Stachys affinis Bunge* наука обязана прежде всего покойному академику нашему *Карлу Ивановичу Максимовичу*, великому знатоку флоры *Китая* и *Японіи*, изу-

чавшему ее на мѣстѣ и обнародывавшему свою работу въ *Bulletin de la Soc. Imprl. des Naturalistes de Moscou* (*Fragmenta florae orientalis*, Volm. 54, № 4). Производящимъ растеніемъ *Kan-lu* считали сначала *Stachys Sieboldii Miquel*. На основаніи многочисленныхъ матеріаловъ, бывшихъ въ распоряженіи Максимовича, послѣдній доказалъ, что *St. Sieboldii* является лишь *синонимомъ* по отношенію къ *Stachys affinis Bunge*.

Позднѣе выяснилось также, что описанный *Naudin Stachys tuberifera* близокъ, но не тождественъ со *Stachys affinis*, или, что все равно, со *Stachys Sieboldii Miquel*'я и только послѣдній, а не *S. tuberifera Nd.* даетъ *Kan-lu* Китая—*Chorogi* Японіи.

Въ сѣверномъ *Китаѣ Stachys affinis* встрѣчается, какъ показалъ *Bunge*, въ мѣстности *Кантаи;* въ *Пекинѣ* его нашелъ *Татариновъ*. Здѣсь именно разводится онъ подъ названіемъ *Kan-lu* ради съѣдомыхъ клубней, какъ показали выдающійся ботаникъ и знатокъ *Китая* докторъ медицины *Брэтшнейдэръ*, бывшій врачъ нашего китайскаго посольства, и *Скачковъ*. *Брэтшнейдэръ* нашелъ *Kan-lu* на горѣ *Pian-hua-San*. Въ китайской *энциклопедіи*: *чи-ву минъ-хи-му-као Stachys affinis* изображенъ подъ названіемъ *ца-хе-цанъ:* что значитъ: растеніе-*камень*, растеніе—*шелковичный червъ* (сравни *A. Paillieux* и *D. Bois*: *Le Potager d'un Curieu*, *III édition*, *1889*, *p. 150*, *Paris*, *Librairie Agricole*). *Ца-хе-цанъ* по-китайски: *сладкая роса*. Четковидные бѣловатые клубни корневища китайцы сравниваютъ съ высоко цѣнимою ими *яшмою* и называютъ ихъ *та-хуа цаи—кольца яшмы*.

Переходя къ *Японіи*, замѣтимъ, что *Siebold*—капитальный изслѣдователь японской флоры въ 1-ой четверти XIX вѣка—получилъ *Stachys affinis* изъ сада *Дэцима*, но онъ не назвалъ растенія и не зналъ, повидимому, о съѣдомыхъ свойствахъ его. Японскія названія: *Corogi*, иначе *Choro-gi*, *ціороги*, *Даима гику или Даима гикъ*. *Максимовичъ* наблюдалъ наше растеніе въ *Yedo* (нынѣ *Токіо*) подъ названіемъ *Daima Gik*. На сѣверѣ *Hondo* (*Nipon*), въ провинціи *Aomori*, *Stachys affinis разводится* ради съѣдомыхъ клубней его.

Въ *Европѣ* первоначальнымъ центромъ распространенія является *Франція*. Первые клубни были доставлены *Національному Обществу Акклиматизаціи* въ 1882 году, весною, въ Парижъ черезъ доктора *Брэтшнейдэра* изъ Китая.

Въ 1888 году *A. Paillieux* сообщаетъ Общ. Акклиматизаціи (l. c

p. 153) въ этомъ отношеніи слѣдующія данныя. «Я нанялъ пограничный съ моимъ садомъ участокъ земли въ своей деревнѣ *Crosnes*, и надѣюсь получить сборъ клубней въ количествѣ 3.000 килограммъ. Такъ было положено основаніе разведенію клубней нашихъ во Франціи. Съ этого времени *Crosne* начинаютъ употреблять и мочеными, какъ въ пикуляхъ, такъ и „*японскомъ салатѣ*", а въ настоящее время *кронъ* можно уже всегда встрѣтить зимою на главномъ рынкѣ (Halles centrales) *Парижа*. Клубни сохраняются въ сухомъ мѣстѣ. Въ *Англіи* клубни зовутъ *китайскимъ артишокомъ*, *Chinese Artichoke*, въ *Германіи—Knollenzieste*, въ *Италіи — Tuberina* (*G. S. Bullo*), въ *Ломбардіи*. Въ *Monza*, поблизости *Милана*, «Tuberina» по справедливости пользуется уже большою славою, гдѣ она называется также *Pomo di terra della Regina*.

Хорошее изображеніе *Stachys affinis*, клубней и цвѣтущаго стебля, встрѣчаемъ мы въ *Le Potager d'un Curieux*, l. c., p. 146—147, Fig. 27—28, *Bois*. Достойно вниманія, что во Франціи растеніе всего чаще не цвѣтетъ и не даетъ плодовъ. Пользуюсь случаемъ представить нашему засѣданію оригинальный, раскрашенный рисунокъ научно-популярнаго японскаго атласа плодовыхъ и экономическихъ растеній. Атласъ этотъ, въ свое время, былъ полученъ мною отъ профессора ботаники *Tassiro* въ *Tokio*. Здѣсь очень удачно изображены тонкія развѣтвленія корневища, съ его четковидными, конечными вздутіями красновато-бѣлыхъ клубней и розовые цвѣтки съ пурпуровыми, неправильно звѣздчатыми полосками трехлопастной нижней губы вѣнчика: *Chorogi*, *Stachys Sieboldii*, № 124. Ниже видимъ подъ № 125 *Shirone*, *Lycopus lucidus*. Вытянутыя *цилиндрическія*, нѣсколько утолщенныя корневища его, снабженныя едва намѣченными перетяжками, употребляются въ *Японіи*, какъ и *Chorogi*. Мелкіе, бѣлые съ розовыми жилками вѣнчики, въ густыхъ ложныхъ клубочкахъ напоминаютъ очень *Lycopus Europaeus L.* береговъ нашихъ прудовъ и ручьевъ.

Бѣло-розовато-четковидные конечные клубни корневищъ, предъявляемыя засѣданію, несомнѣнно представляютъ собою извѣстное сходство съ крупными гусеницами шелкопряда, *Bombyx Mori*. Сферическіе или почти сферическіе клубни, въ видѣ 2—7, снабженныхъ *рѣзкими* перетяжками участковъ (яшмовыя кольца Китая) заканчиваютъ собою ось тонкаго корневища. Поперечникъ вздутія въ 1—2 центиметра. Въ областяхъ перетяжекъ, мѣстами, парныя,

тупоконечныя, притупленно-треугольныя листовыя чешуйки въ 1—2 *миллиметра*; изъ угловъ такихъ чешуекъ выходятъ, при прорастаніи, надземные стебли. Вкусъ клубня *сладковатый*, запаха нѣтъ. У полюсовъ клубень болѣе или менѣе заостренъ и снабженъ уже верхушечною почкою.

Пріобрѣтенные въ магазинѣ *Лапина* клубни *„крона“* были посажены въ землю 20 февраля 1910 г. и помѣщены на окнѣ жилой комнаты, при температурѣ 15° R. и надлежащей поливкѣ.

Прорастаніе началось немедленно. Появились сочные четырехугольные стебли и ярко свѣтло-зеленые супротивные листья.

Какъ видимъ сегодня, 29 апрѣля, высота стеблей достигаетъ уже отъ 10 до 15 центиметровъ, при наибольшемъ поперечникѣ стебля въ 3 миллиметра. Высота выращиваемыхъ во Франціи растеній бываетъ отъ 25 до 40 центиметровъ. Стебель густо покрытъ жесткими волосками. Супротивные, яйцевидно черешчатые листья удлиненно овальны, округло зубчаты по краямъ. Длина листа предъявляемаго растенія 4 центиметра, изъ нихъ одинъ идетъ на черешокъ.

Поверхность листа имѣетъ выдающіеся участки, отъ сильно вдавленныхъ сверху, рѣзко выступающихъ снизу нервовъ. Главный *срединный нервъ* даетъ по 4—5, отходящихъ подъ угломъ около 45°, нервовъ *вторичныхъ*. Послѣдніе анастомозируютъ неявственными краевыми дугами между собою, а съ нервами *третичными*—подъ прямымъ или почти прямымъ угломъ.

Цвѣтки располагаются, какъ вообще у Губоцвѣтныхъ, *ложными мутовками* въ углахъ листьевъ и на вершинѣ стебля. Одно сильное растеніе даетъ до 300 клубней.

Во *Франціи*, *Бельгіи* и *Германіи* клубни садятъ въ гряды въ концѣ апрѣля, рядами, по два и по три въ общую ямку. Въ *ноябрѣ* отмираютъ надземныя части и тогда клубни идутъ въ продажу, а часть ихъ въ сухомъ пескѣ сохраняется до слѣдующей весенней посадки. Нашъ матеріалъ былъ доставленъ въ Москву, *Лапину*, въ декабрѣ, стараго стиля, прошлаго года.

Химическій составъ клубней. Существенною особенностью *крона*, является *отсутствіе крахмала*, *замѣненнаго* особымъ *сахаромъ*, о которомъ рѣчь ниже. По *König*'у (*Strohmer-Stift*), *Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, IV Auflage, 1904, II Band, S. 903, Berlin, Springer*, живые клубни содержатъ въ 100 ч. 78,62% *воды*, *азотистыхъ веществъ* 2,73%, *веществъ безазотистыхъ*, включая

сахаръ, 16,63%, *жира* 0,12%, *клѣтчатки* (Rohfaser) 0,73%, *золы* 1,17%.

Содержаніе *сахара* въ *сухомъ остаткѣ громадно*: 63,50%. Общее содержаніе *веществъ безазотистыхъ* въ клубняхъ высушенныхъ 77%, *веществъ азотистыхъ* 12,77%, въ нихъ *азота* отъ 2-хъ до 4%.

Von Planta (*Landwirtschaftliche Versuchstation* 1880, 35, 473) показалъ, что *вещества азотистыя* содержатъ здѣсь: *протэиновъ* 40%, *амидовъ* 54,2%, *нуклеина* 5,8%. У *крона* доказана тоже наличность *глютамина*, *тирозина* и сходнаго съ *бетаиномъ алкалоида stachydrinum* (*E. Schulze*), въ ничтожномъ количествѣ.

Сахаръ stachyosa—полисахаридъ, замѣняющій *отсутствующій крахмалъ*, въ количествѣ 65,50% (*Strohmer-Stift*); у живого клубня *стахіоза растворена* въ клѣточномъ соку. При обработкѣ выжатаго сока *основнымъ уксуснокислымъ свинцомъ*, а затѣмъ *азотнокислою закисью ртути*, фильтрованіи, дѣйствіи H_2S, осажденіемъ избытка *свинца* разведенною H_2SO_4 и окончательнымъ осажденіемъ фильтрата *виннымъ спиртомъ* получается *стахіоза*: $C_{18}H_{32}O_{16} + 3H_2O$. Допускается также и формула: $C_{26}H_{62}O_{31} + 7H_2O$. Стахіоза кристаллизуется триклиническими табличками; *легко* растворяется въ *водѣ*, очень *трудно* въ *винномъ спиртѣ*. Вращаетъ *вправо*; вкусъ *сладковатый*. *Не возстановляетъ окиси мѣди* въ *закись* ея непосредственно. При обработкѣ HNO_3 даетъ *слизистую* (не сахарную) *кислоту*.

Разведенная H_2SO_4 *расщепляетъ стахіозу* на *гексозы*: *д-глюкозу*, *д-фруктозу* и *д-галактозу*, изомерныя $C_6H_{12}O_6$ (*von Planta*). Недавно *Tanret* (*Bulletin de la Soc. Chimique XX, 1909, pp. 889—896*) показалъ, что *стахіоза* представляетъ собою *не три-*, а *гексатетрозу* формулы $C_{24}H_{42}O_2$, кристаллизующуюся съ 4 и 5 частицами воды. Она тождественна, слѣдовательно, съ *Manneotetrosa врачебной манны*. По *Tanret*, кромѣ распаденія *стахіозы* на *глюкозу*, *фруктозу* и *галактозу*, первая даетъ еще при расщепленіи посредствомъ H_2SO_4 и *сахаръ промежуточный* — *Manninotriosam*: $C_{18}H_{32}O_{16}$.

Помимо какъ у *Stachys affinis*, свойственный ей сахаръ былъ найденъ еще и у другихъ *Labiatae*, въ *Lamium album*, и содержится очевидно (указаній нѣтъ) также у японскаго *Shirone*, *Lycopus lucidus*. Наконецъ, въ самое послѣднее время *M. L. Piault*, „*Journal de Pharmacie et de Chimie*“, 1910, 1 Mars, p. 248, въ своей ра-

ботѣ *Sur la présence du Stachyose dans les parties souterraines des quelques plantes de la famille de Labiés* указалъ, что *стахіоза* встрѣчается также у *Stachys sylvatica*, *St. recta L.* и *St. lanata Jacq.* Далѣе, у *Lamium album L.*, *Mentha sylvestris L.*, *Salvia pratensis*, *S. splendens L.*, у *Clinopodium vulgare L.* и у *Ballota foetida L.*

Микрохимически мнѣ удалось доказать у *Stachys affinis Bng.* *сахаръ* помощію *фенилгидразина*, какъ увидимъ ниже.

Таковы данныя современной химіи. Изслѣдованія анатомическія *крона* мнѣ неизвѣстны, лично наблюдалъ слѣдующее: ткани клубня слагаются изъ *эпидермы*, сочной *паренхимы* и не сильно развитыхъ, *сосудистыхъ пучковъ*.

Клѣтки *надкожицы*, при наблюденіи сверху, мелки, неправильно многоугольны. Стѣнки ихъ тонки, буроваты. Нѣтъ содержимаго и межклѣточныхъ пространствъ, въ поперечномъ разрѣзѣ онѣ округло четырехугольны, чаще тангенціально вытянуты. На продольномъ разрѣзѣ клѣтки надкожицы удлинены радіально.

За надкожицею слѣдуетъ кнутри 15—20-рядный *слой наружной паренхимы коры*. За нею идетъ *поясъ тангенціально вытянутыхъ* клѣтокъ, за которымъ слѣдуетъ *сплошная*, *крупнокльточная*, затѣмъ центральная *паренхима клубня;* въ ней проходятъ *четыре* (на поперечномъ разрѣзѣ) *сосудистые пучка*, ксилема которыхъ слагается изъ кольчатыхъ и сѣтчатыхъ трахей и трахеидъ. Въ области *перетяжекъ клубня наружная паренхима* входитъ въ эти перетяжки какъ гистологическая граница между самими клубнями, *главные* (два на продольномъ разрѣзѣ) *сосудистые* пучки часто даютъ вѣтви, входящія въ области перетяжекъ. Вотъ почему при прорастаніи клубня корни выходятъ особенно часто изъ перетяжекъ сосѣднихъ клубней.

Въ прилежащихъ къ сосудистымъ пучкамъ группахъ клѣтокъ наружной коры мнѣ приходилось наблюдать мелкіе призматическіе кристалы *щавелевокислой извести*, далеко не часто однако.

Наибольшее значеніе имѣетъ, несомнѣнно, *центральная* сочная *паренхима клубня*. Крупныя, округлыя тонкостѣнныя клѣтки ея, снабженныя межклѣточными пространствами, имѣютъ между собою лишь слабую органическую связь; черезъ 30—40 минутъ кипяченія онѣ легко изолируются иглами и даже разваливаются сами. Содержимое этихъ элементовъ—мелкозернистая *протоплазма* и прозрачный клѣточный сокъ. Протоплазма заключаетъ въ себѣ крупное *клъ-*

точное ядро и *ядрышко*. *Гематоксилинъ* и *метилвіолетъ-анилинъ* окрашиваютъ въ соотвѣтственный цвѣтъ всего сильнѣе, послѣдовательно: *ядрышко*, *ядро* и затѣмъ *протоплазму*. Клѣточный сокъ остается безцвѣтнымъ. Своими крупными размѣрами клѣточныя ядра напоминаютъ здѣсь таковыя у *Liliaceae*.

Плазмолизъ содержимаго клѣтки обнаруживается вообще очень *рѣзко*. Обилію крупныхъ ядеръ паренхимы клубня слѣдуетъ приписать доказанное макрохимически богатство *нуклеиномъ*. Клѣточный сокъ *паренхимы клубня* богатъ *стахіозою*, а по расщепленіи ея разведенною H_2SO_4 — *глюкозою*, *фруктозою*, *галактою* и *промежуточнымъ сахаромъ Tanret—маннинотріозою*, какъ это доказываетъ реакція *фенилгидразина* (сравни: *Prof. W. A. Tichomirow. Die johannisbrodartigen Intracellular-Einschliessungen im Fruchtparenchym mancher süssen Früchten et ctr.*, *Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, 1907 (Année 1905), № 4, p. 338, Pl. X. Fig. 57 d)*. Какъ и прежде, я примѣнялъ здѣсь реакцію *Senft'a* только на *холодѣ*, взаимодѣйствіемъ *Natrii acetici* и *Phenylhidrazini muriatici* въ безводномъ глицеринѣ (по 1 ч. на 9 чч. глицерина).

На разрѣзахъ живыхъ клубней желтые *сферитъ фенильозазона* появились уже черезъ 24 часа.

Самымъ удобнымъ для обнаруженія обилія *стахіозы* въ живыхъ цѣльныхъ клубняхъ является примѣненіе предварительно прокипяченнаго въ водѣ *крона* въ теченіе $^1/_2$—2-хъ часовъ. При такихъ условіяхъ ткань паренхимы легко изолируется на отдѣльныя клѣтки и въ нихъ обнаруживается масса очень мелкихъ желтыхъ сферитовъ, одиночныхъ и болѣе крупныхъ двойныхъ и тройныхъ. Сферитъ крупные обнаруживаютъ позднѣе превосходное, исходящее изъ центра *лучистое* строеніе, съ иглами у периферіи.

Строеніе стебля. Надкожица, сверху наблюдаемая, слагается изъ многоугольныхъ клѣтокъ, между которыми наблюдаются *крупныя устьица*; смыкающіяся клѣтки ихъ содержатъ хлорофиллъ. Отношеніе *прилежащихъ* клѣтокъ *очень характерно*, какъ и вообще для *Labiatae*. Устьице помѣщается въ кольцѣ *двухъ* его охватывающихъ, *прилежащихъ* клѣтокъ. Поперечныя стѣнки послѣднихъ расположены *подъ прямымъ* (здѣсь уголъ этотъ часто меньше *прямого*) *угломъ къ щели устьица*. Такой же порядокъ вещей наблюдается и у эпидермы нижней стороны листа (верхняя сторона его лишена устьицъ, прибавимъ кстати).

Волоски надкожицы: *простые* вздуты у основанія, сужены въ

остріе у верхушки; *железистые* волоски (наружныя железки) общаго типа губоцвѣтныхъ: сидящіе на одноклѣточной ножкѣ и слагающіеся изъ 4 радіально расположенныхъ (выдѣляющихъ эѳирное масло) железистыхъ клѣтокъ, покрытыхъ пузыремъ общей кутикулы. Сверху железистыя клѣтки эти представляются состоящими изъ *четырехъ* сегментовъ.

Такими же железками обладаетъ и надкожица листа. Стебель четырехугольный, въ поперечномъ разрѣзѣ *ромбическій*, притупленный по ребрамъ, подъ которыми пробѣгаютъ *четыре*, по одному, *сосудистые пучка*. Бугры надъ ними заняты *типическою колленхимою*, вплоть до клѣтокъ надкожицы.

Периферія стебля слагается изъ немногихъ рядовъ мелкоклѣточной *паренхимы коры;* къ ней прилежатъ, снутри, четыре сосудистые пучка. За ними весь центръ паренхимы стебля занятъ *крупноклѣточною сердцевиною*, клѣтки которой сферичны и тонкостѣнны. Примѣненіе *фенилгидразина* вызвало черезъ 24 часа *пожелтѣніе* жидкости препарата и появленіе *желтыхъ сферитовъ фенильозазона*, какъ въ паренхимѣ клубня. Сфериты встрѣчались кое-гдѣ и въ волоскахъ эпидермы.

Листъ построенъ по типу *бифаціальному*. Устьица надкожицы его только на нижней сторонѣ вышеописаннаго характера. Двурядный палисадный слой.

Способъ употребленія клубней. Нѣтъ указаній на способъ употребленія въ *Китаѣ*. Императорская Японская Комиссія Международной Парижской Выставки 1878 сообщаетъ: *Хороги* имѣетъ клубни, сходные съ *гусеницами*. Они сохраняются въ уксусѣ изъ *сливъ* (*Le Potager d'un Curieux*, p. 165). При изготовленіи клубни не *чистятъ*, а только вымываютъ тщательно. Для варенія достаточно 15—20 минутъ, позже не слѣдуетъ, такъ какъ иначе *кронъ* слишкомъ разваривается. Во *Франціи кронъ* варятъ какъ фасоль или спаржу. *Кронъ* даетъ и превосходный гарниръ къ телячьему рагу; готовится и какъ макароны *„au gratin“*. Лично я нахожу его превосходнымъ въ супѣ и какъ салатъ. Въ пикуляхъ, съ маленькими огурчиками и шарлоткою, какъ уксусный маринадъ кронъ служитъ теперь предметомъ экспорта изъ Парижа.

Діэтетическое значеніе громадно: не содержа *крахмала*, замѣняемаго *сахаромъ, кронъ* является *наиболѣе легко усвояемымъ*, даже и при упорныхъ недочетахъ отправленія желудочнокишечнаго канала у взрослыхъ и дѣтей особенно.

29 апрѣля 1910 года, Москва.

Замѣтка объ образованіи оползней въ глинистыхъ и глинисто-песчаныхъ породахъ.

А. П. Павловъ.

Въ мартѣ 1903 г. я имѣлъ честь доложить Обществу о симбирскомъ оползнѣ 1902 г., о типахъ оползней и о механизмѣ ихъ образованія. Относительно послѣдняго вопроса въ моей работѣ «Оползни Симбирскаго и Саратовскаго Поволжья» (Матер. къ позн. геол. стр. Рос. Имперіи, вып. II, 1903 г.) на стр. 31 я высказалъ слѣдующее:

«Какъ видно на рис. 4, табл. XXIV, линія пересѣченія большихъ поверхностей скольженія вертикальною плоскостью представляетъ не случайную, совершенно неправильно идущую линію, а обнаруживаетъ нѣкоторую правильность. Насколько мнѣ извѣстно, болѣе точное опредѣленіе свойствъ этихъ поверхностей еще не было сдѣлано и составляетъ задачу будущаго. Самый процессъ образованія поверхностей раскола, по которымъ скользятъ внизъ большія массы породъ, слагающихъ берегъ долины, также мало выясненъ и можетъ быть охарактеризованъ лишь въ самыхъ общихъ чертахъ.

«Изъ самаго факта образованія расколовъ и возникновенія движеній, подобныхъ только что описаннымъ, мы заключаемъ, что до совершенія оползня толща породъ, слагающихъ краевую полосу высокаго берега, находится въ напряженномъ состояніи. Подъ вліяніемъ тяжести эти толщи стремятся занять наивозможно низкое положеніе, но до времени сохраняютъ свое положеніе и форму, не будучи въ состояніи преодолѣть сопротивленіе ниже лежащихъ толщъ, треніе и боковое сопротивленіе, препятствующее горизонтальному передвиженію (выдавливанію) частицъ въ слояхъ съ сравнительно слабымъ сцѣпленіемъ.

«Размывающая работа рѣки происходитъ по одну сторону разсматриваемой краевой толщи и понижаетъ съ этой стороны боковое сопротивленіе. Этимъ мало-по-малу создается возможность бокового перемѣщенія частицъ въ одномъ изъ низко лежащихъ, сильно сдавленныхъ и сравнительно слабо связныхъ слоевъ. Это движеніе, разъ начавшись, создаетъ нѣсколько иныя, чѣмъ прежде, условія сцѣпленія для сосѣднихъ частицъ, лежащихъ дальше отъ края и выше даннаго уровня (понижается внутреннее давленіе), и иныя условія опоры снизу для всей массы, лежащей выше. Иныя условія сцѣпле-

нія содѣйствуютъ возможности смѣщенія частицъ въ выше и дальше отъ края лежащихъ массахъ, т.-е. образованію расколовъ и мелкихъ смѣщеній. Эти вновь образовавшіеся расколы переносятъ область условій, благопріятныхъ для ихъ дальнѣйшаго образованія, все дальше отъ берега и выше въ толщѣ слоевъ; расколъ распространяется, ослабляя сцѣпленіе всей толщи съ остальною массой материка. Иныя условія опоры, создавшіяся вслѣдствіе вышеуказаннаго процесса, выражаются въ томъ, что возникаетъ нѣкоторый, хотя и слабо выраженный, наклонъ поверхности, служившей опорой разсматриваемой береговой толщи. Совокупность того и другого условія создаетъ возможность горизонтальнаго перемѣщенія всей массы (возникаетъ неуровновѣшенная слагающая силы тяжести)»...

«Такимъ образомъ, разъ нѣкоторая толща попала въ положеніе не вполнѣ устойчивое, въ образованіи оползня существенную роль играютъ: 1) вѣсъ этой толщи, могущій увеличиваться отъ смачиванія ея дождевыми водами и уменьшаться отъ высыханія, 2) коэффиціентъ тренія, тоже не остающійся постояннымъ; онъ сильно уменьшается отъ обильнаго смачиванія породъ, лежащихъ въ основаніи, которыя дѣлаются скользкими отъ смачиванія. Глубина, на которой располагается поверхность скольженія, опредѣляется отчасти расположеніемъ слабо связныхъ прослоекъ, а главнымъ образомъ тою глубиною или тѣмъ уровнемъ, до котораго устранено боковое сопротивленіе движенію».

Какъ видно изъ вышеизложеннаго, въ то время я лишь въ самыхъ общихъ чертахъ намѣтилъ тѣ условія, которыя опредѣляютъ образованіе характерныхъ, посмѣнно поднимающихся отъ основанія обрыва въ глубь материка поверхностей скольженія, всегда наблюдаемыхъ при изученіи оползней деляпсивнаго типа. Теперь я хотѣлъ бы нѣсколько ближе подойти къ вопросу о причинахъ образованія такихъ поверхностей и вообще къ вопросу о природѣ и механизмѣ оползней въ глинистыхъ и глинисто-песчаныхъ породахъ, наиболѣе въ Россіи распространенныхъ.

Обычно признается, что необходимымъ условіемъ образованія оползней является наклонъ слоевъ въ сторону сползанія. Напр., на стр. 351 и 352 Физической геологіи И. В. Мушкетова (2-е изд.) мы читаемъ: «Провалы чаще происходятъ въ породахъ съ горизонтальнымъ пластованіемъ, тогда какъ въ наклонныхъ пластахъ чаще бываютъ оползни и обвалы, которые точно такъ же представляютъ дви-

женіе почвы, но по наклонной плоскости. Оползнемъ называютъ такое явленіе, когда часть пластовъ породы отрывается—не опрокидываясь, сравнительно спокойно сползаетъ внизъ по склону къ подошвѣ горы». «Напримѣръ, представимъ себѣ, что какая-нибудь мѣстность сложена изъ водонепроницаемыхъ породъ, среди которыхъ лежитъ порода, легко пропускающая воду, напр. песокъ; если при этомъ пласты имѣютъ хотя бы небольшой уклонъ, то вода, протекая по песчаному слою, постоянно размываетъ его, частицы песка выносятся, на мѣстѣ ихъ остается пустота; кровля, лишаясь подпорки, опускается. Если подъ пескомъ залегаетъ водонепроницаемая скользкая глина, то опустившаяся кровля скользитъ по ней внизъ,—и получается оползень». На стр. 337 учебника общей геологіи Кайзера (3-е изд.) напечатано: «Felsrutschungen finden stets in der Richtung der Schichtenneigung statt und treten besonders da auf, wo harte wetterfeste und weiche leicht verwitterbare Schichten miteinander wechsellagern».

Я думаю, что такія указанія условій образованія оползней не исчерпываютъ всѣхъ случаевъ, которые имѣютъ мѣсто въ природѣ. Мнѣ кажется, правильнѣе представлять себѣ дѣло такъ, что при наличности извѣстной комбинаціи благопріятныхъ условій оползни могутъ образоваться и при горизонтальномъ положеніи слоевъ и даже при наклонѣ слоевъ въ направленіи, обратномъ тому, по которому движется оползень, т.-е. при наклонѣ слоевъ отъ берега долины внутрь материка.

Изучая оползни въ глинистыхъ и глинисто-песчаныхъ породахъ, мы обыкновенно наблюдаемъ, что отдѣлившаяся отъ крутого берега масса сползаетъ внизъ не по плоской, а по кривой постепенно поднимающейся поверхности, представляющей какъ бы выраженіе нѣкотораго опредѣленнаго закона, которому подчиняется приходящая въ движеніе масса. Направленіе элементовъ этой поверхности, постоянно измѣняющееся, конечно, не совпадаетъ съ наклономъ слагающихъ берегъ слоевъ, наклономъ, который на небольшихъ разстояніяхъ имѣетъ постоянное неизмѣнное направленіе. Очевидно, стало быть, что не наклонъ слоевъ, а иныя причины опредѣляютъ форму и направленіе поверхности скольженія. Попытаемся опредѣлить эти причины.

Пусть линія *kl* (рис. 1) представляетъ на вертикальномъ профилѣ проекцію поверхности нѣкотораго непроницаемаго и устойчиво лежа-

шаго слоя. Масса, расположенная выше этой поверхности, лишена упора съ лѣвой стороны, и нѣкоторая часть этой массы можетъ придти въ движеніе и образовать оползень. Чтобы опредѣлить, какая часть этой массы можетъ двинуться, разобьемъ мысленно ближайшую къ обрыву часть ея вертикальными или параллельными обрыву плоскостями, проходящими черезъ точки r, s, t, на рядъ параллельно расположенныхъ массивовъ или плитъ A, B, C и разсмотримъ механическія условія каждаго изъ этихъ массивовъ.

Массивъ A, какъ цѣлое, можетъ быть очень напитанъ водою, очень тяжелъ, сопротивленіе скольженію его по поверхности kl можетъ быть очень невелико и съ лѣвой его стороны нѣтъ никакого

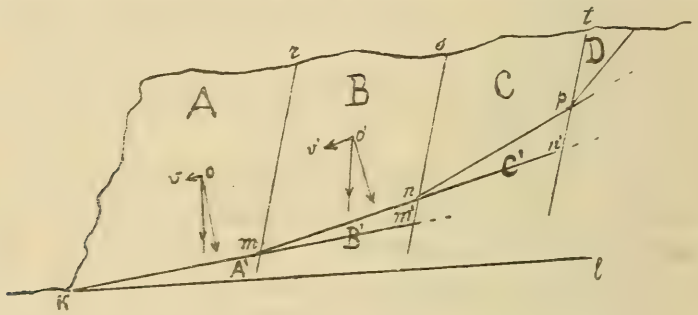


Рис. 1.

препятствія движенію, тѣмъ не менѣе весь этотъ массивъ какъ цѣлое не придетъ въ движеніе въ лѣвую сторону, такъ какъ, разлагая силу тяжести, приложенную въ центрѣ тяжести o, мы не получимъ слагающей, направленной въ лѣвую сторону. Но мы можемъ раздѣлить этотъ массивъ нѣкоторой наклонной влѣво плоскостью km (въ проекціи) на двѣ части, изъ которыхъ одна A', лежащая ниже этой плоскости, останется неподвижной, а другая A, лежащая выше km, можетъ при извѣстныхъ условіяхъ придти въ движеніе, такъ какъ теперь, при разложеніи силы тяжести по направленіямъ, перпендикулярному къ km и параллельному km, будетъ налицо нѣкоторая слагающая ov, направленная влѣво и стремящаяся двинуть въ этомъ направленіи массивъ A. Это движеніе и произойдетъ, какъ скоро эта сила окажется больше тренія основанія массива по плоскости скольженія km (1-ое сопротивленіе) и сцѣпленія по плоскости rm (2-ое сопротивленіе). Треніе по плоскости km при нѣкоторыхъ условіяхъ можетъ быть очень незначительно, напр., когда нижняя часть

массива—A' пропитана водою и размягчена, или когда на этомъ горизонтѣ есть прослойка водоноснаго песка, въ предѣлахъ которой проходитъ вся линія km. Сцѣпленіе по линіи rm, конечно, велико, но, какъ мы увидимъ изъ дальнѣйшаго, въ механизмѣ образованія всего оползня оно не имѣетъ значенія, такъ какъ разрывъ по этой плоскости не есть условіе, для этого необходимое, и онъ замѣнится разрывомъ по иному направленію.

Разсмотримъ теперь механическія условія массива B, лежащаго дальше отъ обрыва. Верхняя часть этого массива, если представить себѣ, что она отдѣлена отъ нижней тою же плоскостью km—mm', находится въ условіяхъ, менѣе благопріятныхъ для движенія, чѣмъ верхняя часть массива A. Направленная влѣво слагающая силы тяжести должна здѣсь не только преодолѣть треніе по плоскости mm и сцѣпленіе по плоскости sn (которое здѣсь, въ силу небольшого наклона плоскости kmm' лишь ничтожно меньше, и то если прочность породы ближе и дальше отъ обрыва не измѣнилась), но и преодолѣть сопротивленіе этому движенію, оказываемое лежащимъ впереди массивомъ A. Ясно поэтому, что, для того чтобы это движеніе стало возможно, необходимо, чтобы направленная влѣво сила $o'v'$ сдѣлалась больше соотвѣтствующей силы въ массивѣ A, а это достигается въ томъ случаѣ, когда наклонъ плоскости, отдѣляющій часть, могущую придти въ движеніе B' отъ части неподвижной B, сдѣлается больше, напр., эта плоскость приметъ направленіе mn. Такимъ образомъ при нѣсколько большей крутизнѣ плоскости скольженія, возникающей въ массивѣ B, сравнительно съ крутизной плоскости km, верхняя часть массива B можетъ придти въ движеніе вмѣстѣ съ массивомъ А, какъ одно цѣлое. То же самое разсужденіе примѣнимо и къ верхней, имѣющей придти въ движеніе части массива C. Здѣсь сопротивленіе движенію влѣво со стороны лежащихъ впереди массивовъ B и A еще больше, и вся часть массива C, лежащая выше плоскости mnn', не присоединится къ массивамъ A и B въ ихъ общемъ поступательномъ движеніи влѣво, а нѣкоторая часть внизу этого массива останется неподвижной и двинется лишь та его часть, которая лежитъ выше плоскости np, болѣе круто наклоненной чѣмъ mn. Этотъ все болѣе крутой, по мѣрѣ удаленія отъ обрыва, наклонъ плоскости скольженія все болѣе и болѣе сокращаетъ величину параллельныхъ плоскостей rm, sn, tp, раздѣляющихъ массивы A, B и C, и уменьшаетъ 2-ое сопротивленіе движенію массы; въ

концѣ-концовъ, при дальнѣйшемъ увеличеніи крутизны поверхности, раздѣляющей массивы на подвижную и неподвижную части, эта поверхность выйдетъ наружу, отграничивая послѣдній клинообразный массивъ *D*, который, въ силу разсмотрѣнныхъ условій, присоединится къ массивамъ *C*, *B* и *A*, и всѣ эти массивы, по намѣтившейся теперь раздѣляющей поверхности, двинутся влѣво какъ одно цѣлое. Эта поверхность сдѣлается поверхностью скольженія, и возникнетъ оползень въ его наиболѣе типичной формѣ. При этомъ движеніи слои, если они были горизонтальны или наклонны внутрь материка, наклонятся въ томъ же направленіи еще больше, разломаются на куски, смѣстятся, продвинутся неодинаково далеко внизъ, выдвинутся въ рѣчное русло, и въ результатѣ создастся характерный и очень сложный оползневый рельефъ.

Для упрощенія изложенія мы мысленно разбили прилегающую къ обрыву часть берега на небольшое число массивовъ или плитъ. Но для возможнаго въ будущемъ болѣе точнаго механическаго выраженія описываемаго явленія пришлось бы разбить ее не на нѣсколько крупныхъ массивовъ, а на безконечно тонкіе параллельные листы, и тогда, если мы будемъ въ состояніи имѣть необходимыя числовыя величины, опредѣляющія ихъ вѣсъ, величину тренія ихъ основаній по плоскости скольженія (1-ое сопротивленіе), величину ихъ взаимнаго сцѣпленія,—механическая картина образованія оползней будетъ болѣе опредѣленной и яркой, и опредѣленнѣе выразится типъ той характерной кривой поверхности, по которой скользятъ оползни, срывающіеся съ крутыхъ береговъ большихъ рѣкъ нашей равнины.

Изученіе механизма оползней, быть можетъ, поможетъ уяснить и болѣе общій вопросъ о томъ, какое перемѣщеніе стремится произвести сила тяжести въ массахъ, обладающихъ извѣстной степенью связности, внутренней устойчивости и лишенныхъ опоры съ одной изъ боковыхъ сторонъ, и при какихъ условіяхъ нѣкоторыя части этихъ массъ могутъ придти въ движеніе.

Удары землетрясеній, какъ внѣшняя причина, облегчающая образованіе раздѣлительныхъ поверхностей между массами, способными къ смѣщенію, и массами, устойчиво лежащими, представляютъ, конечно, одно изъ могучихъ условій возможности перемѣщенія не вполнѣ устойчивыхъ массъ. Этимъ, конечно, объясняется обиліе оползней, обваловъ и другихъ типовъ перемѣщенія горныхъ породъ въ горныхъ мѣстностяхъ во время землетрясеній.

Принимая во вниманіе одно изъ основныхъ положеній сейсмогеографіи, что сейсмичныя области суть области наиболѣе крутыхъ склоновъ, наибольшаго превышенія одной части земной коры надъ другою, можно ожидать, что аналогично съ тѣмъ что происходитъ при оползняхъ, и въ сокрытыхъ отъ насъ толщахъ земной коры происходитъ образованіе поверхностей, по которымъ должно произойти движеніе, направленное къ устраненію мѣстной перегрузки; только тамъ этотъ процессъ совершается въ болѣе грандіозномъ масштабѣ и сигнализуется на поверхность землетрясеніями.

Anatomical structure of "gaolian"

Анатомическое строеніе гаоляна (Andropogon Sorghum Brot.)

Пр.-доц. Имп. Московск. университета
D. Shcherbachev.
Д. Щербачевъ.

Гаолянъ или манчжурское сорго сдѣлался особенно извѣстнымъ и памятнымъ со времени русско-японской войны. Лѣтомъ обширныя поля гаоляна мѣшали нашимъ войскамъ видѣть непріятеля и оріентироваться относительности мѣстности. Осенью и зимою тотъ же гаолянъ сталъ доставлять имъ топливо и пропитаніе. Несмотря на обширную и разнообразную пользу, приносимую гаоляномъ, ботанически онъ оказывается еще очень мало изученнымъ. Ботанически гаолянъ долженъ разсматриваться, какъ одна изъ разновидностей сорго. Линней относилъ сорго къ роду Holcus и называлъ Holcus sorghum—видъ, происходившій изъ Индіи, и Holcus saccharatum—видъ, происходившій изъ Китая. Позднѣйшіе ботаники какъ, напр., Hackel, стали относить его къ роду Andropogon (того же сем. Gramineae), и нѣтъ пока никакихъ данныхъ думать иначе. Гораздо труднѣе было справиться съ видами сорго. Даже дѣленіе сорго на два вида: простое сорго (Sorghum vulgare) и сахарное сорго (Sorghum saccharatum), привлекательное съ теоретической точки зрѣнія, не выдерживаетъ на практикѣ критики. Для полученія сахара изъ сорго въ Америкѣ употребляютъ главнымъ образомъ разныя разновидности простого не сахарнаго сорго. Junker въ своемъ путешествіи по Африкѣ (Wilh. Junkers Reisen in Afrika. Wien. 1889. S. 453. Band. I.) описываетъ, что дурра или африканское сорго цѣнится въ Африкѣ

не только за питательность ея зеренъ, но еще больше за сладкій сокъ, заключающійся въ стебляхъ. Въ Америкѣ, гдѣ, повидимому, въ настоящее время разводится сорго всего болѣе, насчитываютъ его до 100 видовъ. Harz (Landwirtschaftliche Samenkunde. B. II. S. 1249. Berlin. 1885) различаетъ 5 видовъ сорго (S. caffrorum, S. nigrum., S. saccharatum, S. cernuum и S. vulgare). Кромѣ микроскопическихъ признаковъ онъ приводитъ также и микроскопическія отличія ихъ по строенію ихъ стѣнки. Наконецъ, есть авторы, какъ, напр., Semler (Tropische Agricultur. Dritter Band. Wismar. 1888. S. 116.) останавливаются окончательно на 2-хъ видахъ сорго: Sorghum vulgare (Индійское сорго) и Sorghum saccharatum (Китайское сорго). Я не имѣю возможности вдаваться въ рѣшеніе подобнаго вопроса, могу сказать только, что на основаніи моихъ микроскопическихъ изслѣдованій гаолянъ ближе подходитъ къ китайскому или сахарному сорго о чемъ я заключаю на основаніи развитія у него плодовой паренхимы, наполненной крахмаломъ, и отчасти на основаніи присутствія развитой гиподермы. Я долженъ однако замѣтить, что научныя изслѣдованія послѣднихъ лѣтъ, какъ, напримѣръ, изслѣдованія д-ра Mitlacher (Ueber einige exotische Gramineenfrüchte, die zur menschlichen Nahrung dienen. Ztschr. d. allg. Oesterr. Apoth. Vereines 1901. S. 831.), показываютъ, что эта разница въ микроскопическомъ строеніи S. vulgare и S. saccharatum не существенна. Semler (l. c.) основываетъ разницу между обыкновеннымъ и сахарнымъ сорго на ихъ общемъ видѣ: у обыкновеннаго сорго кисть соплодія скученная, а у китайскаго или сахарнаго сорго — развѣсистая, но я долженъ замѣтить, что у манчжурскаго гаоляна кисти соплодій скученныя и ничѣмъ по своему виду не отличаются отъ кистей обыкновеннаго сорго.

Матеріалъ, которымъ я пользовался для своего изслѣдованія, былъ полученъ мною отъ лаборанта Петровскаго Коммерческаго училища (въ С.-Петербургѣ) П. А. Корнилова, который привезъ его изъ Харбина. Считаю долгомъ принесть ему мою глубокую благодарность.

Плодъ гаоляна или сорго, какъ извѣстно, зерновка (Caryopsis), вырастаетъ изъ свободнаго, одногнѣзднаго, содержащаго одну сѣмяпочку ovarium'а. Сѣмя содержитъ богатый крахмаломъ эндоспермъ. Зародышъ, какъ и всегда, крахмала не содержитъ, содержитъ жирное масло и помѣщается сбоку эндосперма. У сорго, какъ у многихъ Gramineae, плодъ окруженъ чешуйками (Glumae). Чешуйки эти имѣ-

ютъ діагностическое значеніе, такъ какъ ими пользуются для распознаванія и отличія разныхъ видовъ сорго.

Чешуйки у манчжурскаго сорго блестящія, чернаго цвѣта. Относительно цвѣта чешуекъ слѣдуетъ замѣтить, что онъ даже въ одномъ и томъ же видѣ сорго бываетъ измѣнчивъ, поэтому ничего существеннаго собой не представляетъ.

Чешуйки всего плода не закрываютъ.

Это между прочимъ является характернымъ для Sorghum saccharatum, такъ какъ у Sorghum vulgare (Sorghum cernuum и нѣкоторыхъ другихъ видовъ) чешуйки длиннѣе плода и плодъ почти весь закрытъ ими.

Форма плода яйцевидная: основаніе нѣсколько сужено, верхняя часть широкая. Цвѣтъ плодовъ: въ верхней части бурый, снизу свѣтлый, буроватый.

Длина	4 миллим.
Ширина	3—3½ миллим.
Толщина	2—2½ „

Если мы сравнимъ эти величины съ данными, приведенными у Harz'a:

	Sorg. caffrorum.	S. saccharat.	S. Cernuum.	S. nigrum.	S. vulgar.
Длина . . .	7	4	4,5	4,5	4
Ширина . .	7	3	3	3,5	2,5
Толщина .	3,5	2	2	2	1,5

по размѣрамъ плодиковъ манчжурскій гаолянъ ближе всего подходятъ къ Sorghum saccharatum.

Къ Sorghum vulgare и къ S. cernuum его отнести нельзя, потому что у нихъ чешуйки вполнѣ закрываютъ плодъ и размѣры ихъ меньше. Отъ Sorghum nigrum гаолянъ разнится микроскопическимъ строеніемъ: у S. nigrum вслѣдъ за эпидермисомъ идетъ слой нѣжныхъ, спавшихся, сжатыхъ клѣтокъ, а у гаоляна подъ эпидермисомъ лежитъ гиподерма, а за нею хорошо развитая паренхима плода наполненная зернами крахмала.

Строеніе оболочки.

Стѣнка плода и сѣмени у сорго срастаются вмѣстѣ (какъ у всѣхъ Gramineae). Плодовая оболочка у гаоляна развита довольно хорошо, хотя меньше, нежели у кукурузы (Zea mais. L.) и состоитъ изъ шести слоевъ:

1. Эпидермисъ.
2. Гиподерма.
3. Плодовая паренхима.
4. Schlauchschicht.
5. Гіалиновый слой.
6. Клеберный слой.

Примѣчаніе: Querzellenschicht не развитъ, и его мнѣ наблюдать не удавалось.

1. Эпидермисъ состоитъ изъ продолговатыхъ клѣтокъ съ нѣсколько извитыми стѣнками. Хлоръ-цинкъ-іодомъ стѣнки ихъ красятся въ желтый цвѣтъ. Длина клѣтокъ различна, среднимъ числомъ = 150—170 микронъ (но иногда можетъ достигать до 240 микр. или быть = 30 микр.). Ширина 15 микронъ.

Но не всюду клѣтки эпидермиса гаоляна имѣютъ одинъ и тотъ же видъ и форму: мѣстами мы находимъ ряды клѣтокъ съ совершенно не извитыми стѣнками, имѣющихъ четыреугольную форму, такія клѣтки второго типа образуютъ на плодикѣ гаоляна цѣлыя полосы. Происхожденіе ихъ можетъ быть ясно только послѣ знакомства съ строеніемъ эпидермиса листьевъ и стеблей гаоляна, гдѣ встрѣчается то же самое явленіе. Иногда на эпидермисѣ удается встрѣчать *одноклѣточные тупые волоски.* На поперечныхъ срѣзахъ клѣточки эпидермиса являются четырехугольными, часто съ выпуклою наружною стѣнкой. Наружная стѣнка утолщена незначительно, покрыта кутиколой, красящейся хлоръ-цинкъ-іодомъ въ желтый цвѣтъ, а суданомъ—въ красный.

2. Гиподерма.—За эпидермисомъ слѣдуетъ одинъ или нѣсколько слоевъ клѣтокъ гиподермы. Клѣточки ея очень похожи формою на клѣточки Epidermis'a, вытянуты по направленію оси, стѣнки ихъ нѣсколько утолщены и окрашены въ желтоватый или буроватый цвѣтъ. Хлоръ-цинкъ-іодомъ стѣнки гиподермы красятся въ синій цвѣтъ. Суданомъ не красятся. Переходъ отъ гиподермы въ паренхиму совершается не сразу, а постепенно, такъ что первые ряды клѣтокъ паренхимы, слѣдующіе за гиподермой, имѣютъ утолщенныя стѣнки и наполнены крахмаломъ. Межклѣточныхъ пространствъ нѣтъ.

3. Паренхима плода образуетъ около 8 рядовъ клѣтокъ, наполненныхъ зернами крахмала. Стѣнки ихъ очень тонкія, красятся хлоръ-цинкъ-іодомъ въ синій цвѣтъ; межклѣточныя пространства хорошо выражены.

Крахмальныя зерна въ отличіе отъ таковыхъ же эндосперма имѣютъ очень маленькую величину = 3—4 микрона, круглой или овальной формы, безъ трещинъ. Кое-гдѣ среди паренхимы замѣтны сосудистые пучки.

Развитая, наполненная крахмаломъ паренхима плода наблюдается далеко не во всѣхъ сортахъ сорго. По Harz'у (Landwirtsch. Samenkunde), наиболѣе развитымъ слой паренхимы плода является у Sorghum saccharatum Pers. Такой же слой наблюдается у Sorghum cernuum Wild.

У Sorghum vulgare Pers. по Harz'у паренхима плода образуетъ нѣсколько рядовъ клѣтокъ съ нѣжными стѣнками, блѣдныхъ, безъ крахмала. Mitbacher (l. c.) нашелъ, что есть сорта Sorghum vulgare, не содержащіе слоя паренхимы вовсе: вслѣдъ за гиподермой у нихъ слѣдуетъ прямо Querzellenschicht или слой поперечныхъ клѣтокъ.

Слой клѣтокъ - трубочекъ (Schlauchschicht). Клѣтки этого слоя имѣютъ вытянутую форму, очень узки (по моимъ измѣреніямъ ширина ихъ не превышаетъ 5 микронъ). Хлоръ-цинкъ-іодомъ стѣнки ихъ красятся въ синій цвѣтъ. У всѣхъ видовъ сорго характеръ этого слоя, повидимому, одинъ и тотъ же.

Гіалиновый слой состоитъ изъ 1 ряда шестиугольныхъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ съ буроватымъ гомогеннымъ содержимымъ—гіалиновымъ веществомъ. На поперечныхъ срѣзахъ клѣтки являются прямоугольными, особенно отличаются сильно утолщенной внутренней стѣнкой, состоящей изъ 2 слоевъ: наружнаго узкаго блестящаго, желтоватаго и широкаго безцвѣтнаго внутренняго, который весьма легко и сильно разбухаетъ. Содержимое клѣтокъ—однородное безструктурное буроватаго цвѣта вещество: гіалиновое вещество, но это не всегда: иногда клѣтки его бываютъ пусты, какъ мнѣ это, повидимому, первому пришлось наблюдать въ манчжурскомъ гаолянѣ. Высота клѣтокъ этого слоя равняется 50 микронамъ, толщина утолщенной нижней стѣнки равна 10 микронамъ. Изъ чего состоитъ гіалиновая субстанція, наполняющая клѣтки этого слоя? Ни въ водѣ, ни въ спиртѣ, ни въ эѳирѣ она оказалась не растворимой. Одинаково не растворяется она и въ растворѣ хлоралъ-гидрата. Такъ какъ вещество это имѣетъ видъ сплошныхъ безструктурныхъ глыбокъ, выполняющихъ клѣтку, то мнѣ пришло на мысль попробовать съ нею реакціи на вещество, почему-то еще не получившее правъ гражданства въ ботаникѣ и не вошедшее въ руководства, хотя вещество это было находимо неоднократно въ различныхъ растеніяхъ,

въ особенности проф. В. А. Тихомировымъ. Я говорю о веществѣ, найденномъ впервые проф. Flückiger'омъ въ плодахъ Ceratonia siliqua. Вещество это характеризуется четырьмя признаками.

1. Имѣетъ видъ гомогенныхъ глыбокъ, часто окрашенныхъ въ буроватый цвѣтъ.

2. Не растворяется въ обычныхъ растворителяхъ, какъ-то: въ водѣ, спиртѣ, эѳирѣ и проч.

3. Окрашивается солями окиси желѣза въ черный цвѣтъ.

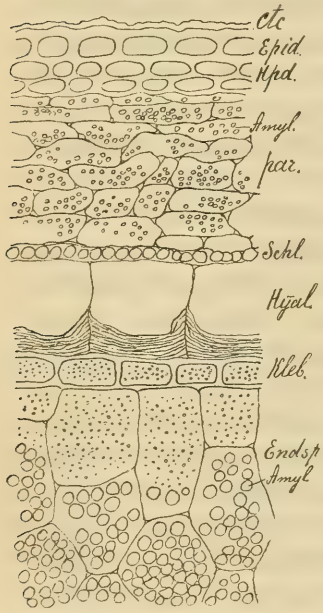


Рис. 2. Манчжурскій гаолянъ, Andropogon Sorghum saccharatum Brot. Поперечный разрѣзъ плода. Ctc. кутикула.— Epid. эпидермисъ.— Hpd. гиподерма.— Par. паренхима.— Amyl. крахмалъ.—Schl. слой клѣтокъ трубочекъ. — Hyal. гіалиновый слой.—Kleb. клеберный слой. — End. эндоспермъ.

4. Даетъ малиново-красное окрашиваніе отъ послѣдовательной обработки спиртнымъ растворомъ ваниллина и крѣпкой соляной кислотой. Произведенный рядъ опытовъ оправдалъ мои предположенія: при обработкѣ растворомъ хлорнаго желѣза слой этотъ окрасился въ черный (скорѣе грязно-зеленый) цвѣтъ, solutio ferri acetici дала такое же окрашиваніе; спиртный растворъ ваниллина съ соляной кислотой окрасилъ субстанцію въ малиново-красный цвѣтъ. Наиболѣе подробное изложеніе всего, что касается этой субстанціи, читатель найдетъ въ работѣ проф. В. А. Тихомирова: Die Iohannisbrodartigen Intracellular-Einschliessungen im Fruchtparenchym mancher süssen Früchte u s. w. Bulletin de la Soc. Imp. des naturalistes de Moscou. An. 1905, № 4, p. 376. Химическая природа этого вещества до сихъ поръ не извѣстна.

Затѣмъ я пробовалъ обрабатывать гіалиновый слой гаоляна еще другими реагентами, указанными у проф. В. А. Тихомирова, какъ-то: миллоновымъ реагентомъ, двухромовокислымъ каліемъ, растворомъ Ammonii molybdaenici cum ammonio chlorato, растворомъ амміака и т. д. и получилъ тѣ же самыя реакціи окрашиванія, какія даютъ включенія изъ плодовъ Ceratonia siliqua и проч., именно:

1. Съ растворомъ двухромокислаго калія—бурый цвѣтъ.
2. Съ растворомъ Ammonii molybdaenici и MH_4Cl—оранжевый.
3. Однимъ іодомъ—желтовато-бурое окрашиваніе.
4. Отъ 25—50% KOH—зеленоватое, а при нагрѣваніи субстанція растворяется.
5. Растворомъ амміака—бурое, переходящее въ черное.
6. Съ реактивомъ Миллона—зеленый цвѣтъ.

Но гіалиновый слой свойственен не только сѣменной оболочкѣ одного сорго, онъ существуетъ у всѣхъ злаковъ. Отсюда у меня явилась мысль, не состоитъ ли этотъ слой и у прочихъ злаковъ также изъ подобной же субстанціи? Для опыта я взялъ сѣмя ржи; я легко нашелъ въ немъ гіалиновый слой, но къ моему удивленію и разочарованію слой этотъ не далъ ни реакціи съ ваниллиномъ и соляной кислотой, ни съ солями желѣза, ни всѣхъ прочихъ, слѣдовательно, составъ его былъ иной.

Клеберный слой (Cleberschicht) образованъ однимъ рядомъ клѣтокъ съ толстыми стѣнками, имѣющими на тангенціальномъ срѣзѣ округломногоугольную, а на поперечныхъ срѣзахъ—продолговато-овальную форму. Размѣры клѣтокъ равняются 30—45 микронъ. Клѣтки наполнены мелкозернистымъ содержимымъ, красящимся растворомъ іода въ отличіе отъ содержимаго клѣтокъ ниже лежащаго слоя (эндосперма) въ желтый цвѣтъ, растворомъ судана содержимое тѣхъ же клѣтокъ окрашивается въ красный цвѣтъ, миллоновымъ реагентомъ въ розовый—указаніе на присутствіе бѣлковыхъ веществъ и масла. Tinct. Alcannae также обнаруживаетъ въ нихъ присутствіе жирнаго масла.

Эндоспермъ (Endosperm).

Эндоспермъ образованъ клѣтками шестиугольной формы, величиною въ 50—150 микронъ, наполненныхъ крахмаломъ. Первый рядъ или два, слѣдующіе непосредственно за клеберным слоемъ, не содержатъ крахмала, но зато наполнены зернышками бѣлковой субстанціи, красящейся кошенилью въ фіолетово-розовый цвѣтъ, а миллоновымъ реагентомъ въ розовый. Зерна крахмала, наполняющія клѣтки эндосперма, округлой или шестиугольной формы съ трещинкою въ серединѣ, величина ихъ = 18—20 микронъ. Крахмалъ красится іодомъ въ синій цвѣтъ. Въ свое время Артуръ Мейеръ (A. Mayer) въ своей монографіи Stärkekörner описалъ, что крахмалъ гаоляна

красится іодомъ не въ синій, а въ красноватый цвѣтъ. Но мнѣ этого ни разу наблюдать не удавалось. Изъ этого я заключаю, что фактъ замѣны крахмала сорго амилодекстриномъ далеко не постояненъ.

Зародышъ (Embryo).

Въ зародышѣ особенно сильно Scutellum. Онъ состоитъ изъ клѣтокъ округлой формы, наполненныхъ бѣлкомъ, масломъ и содержащими въ то же время крахмалъ. Крахмалъ Scutelli отличается отъ крахмала эндосперма меньшею величиною зеренъ, размѣры которыхъ равны 3—4 микронамъ. Scutellum отдѣляется отъ эндосперма однимъ рядомъ клѣтокъ, имѣющихъ цилиндрическую форму и не содержащихъ крахмала. Размѣры ихъ: около 35 микронъ длины и 12—15 микронъ ширины, тогда какъ размѣры остальныхъ клѣтокъ Scutelli 45—70 микронъ, и форма ихъ округленная. Обработка Tinct. Alcannae и растворомъ судана открываетъ, что всѣ клѣтки Scutelli, какъ круглыя, такъ и периферическія цилиндрическія содержатъ масло. Обработка растворомъ іода и обработка тинктурою кошенили показываетъ, что Scutellum зародыша особенно богатъ бѣлкомъ. Въ серединѣ Scutelli проходитъ сосудистый пучокъ.

Зародышъ состоитъ изъ клѣтокъ округлой формы, содержащихъ бѣлокъ и масла, но не содержащихъ крахмала. Периферическій слой клѣтокъ зародыша представляетъ собою слой клѣтокъ, имѣющихъ цилиндрическую форму. Въ центрѣ зародыша клѣтки его совершенно круглы и имѣютъ очень маленькій размѣръ: около 8 микронъ въ поперечникѣ.

1910 года, сентября 16 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и А. В. Павлова, гг. членовъ: А. І. Бачинскаго, М. И. Голенкина, В. С. Гулевича, Вал. А. Дейнеги, Вач. А. Дейнеги, Ѳ. Н. Крашенинникова, Б. К. Млодзѣевскаго, М. М. Новикова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, А. Н. Розанова, Я. В. Самойлова, Е. М. Соколовой, А. А. Сперанскаго, В. А. Тихомирова и А. А. Чернова, и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 29 апрѣля 1910 г.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ поч. чл. Общества *Stanislao Cannizaro*, профессора химіи въ Римскомъ Университетѣ, и дѣйствительныхъ членовъ *А. П. Соколова* въ С.-Петербургѣ и

профессора *G. K. Shiaparelli* въ Миланѣ, пригласилъ присутствующихъ въ засѣданіи почтить память ихъ вставаніемъ.

3. Поч. чл. *В. А. Тихомировъ* сдѣлалъ сообщеніе съ демонстраціей проросшихъ клубней китайской, иначе японской спаржи. Краткое изложеніе г. *Тихомирова* при семъ особо прилагается.

4. Дѣйств. чл. *А. І. Бачинскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Къ вопросу о молекулярной ассоціаціи жидкостей».

5. Сдѣлали доклады о международныхъ конгрессахъ, происходившихъ минувшимъ лѣтомъ:

а) *М. М. Новиковъ*—зоологическій конгрессъ въ Грацѣ,

б) *М. И. Голенкинъ*—ботаническій конгрессъ въ Брюсселѣ,

в) *Э. Е. Лейстъ* и *А. В. Павловъ*—геологическій конгрессъ въ Стокгольмѣ.

6. Доложено о полученіи портрета *Александра Ивановича Кронеберга*, пожертвованнаго вдовою покойнаго, *Вѣрою Васильевной Кронебергъ*.

Постановлено: выразить благодарность Общества *Вѣрѣ Васильевнѣ Кронебергъ*, а портретъ Александра Ивановича помѣстить въ библіотекѣ Общества.

7. Заслушано письмо г. Предсѣдателя Государственнаго Совѣта *М. Акимова* на имя г. Президента Общества, *Н. А. Умова*, отъ 8 іюня с. г., за № 2003, о томъ, что законопроектъ объ отпускѣ пособія Императорскому Московскому Обществу Испытателей Природы принятъ 3-го іюня Государственнымъ Совѣтомъ и на основаніи стст. 50 и 62 Учрежденія Государственнаго Совѣта, какъ одобренный Государственною Думою и Государственнымъ Совѣтомъ, будетъ представленъ Его Императорскому Величеству.

8. Заслушано отношеніе г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа отъ 3 августа 1910 г., за № 22653, о Высочайшемъ утвержденіи 14 іюня текущаго года закона объ отпускѣ изъ средствъ Государственнаго Казначейства дополнительнаго пособія Императорскому Московскому Обществу Испытателей Природы. Къ отношенію г. Попечителя приложена слѣдующая копія съ присланнаго при предложеніи Управляющаго Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія отъ 24 іюля с. г. за № 19962 закона:

На подлинномъ Собственною Его Императорскаго Величества рукою написано:

«*Быть по сему*».

Въ Балтійскомъ портѣ, на яхтѣ
„Штандартъ“ 14 іюня 1910 г.

Скрѣпилъ: Государственный Секретарь *Макаровъ*.

Одобренный Государственнымъ Совѣтомъ и Государственною Думою законъ объ отпускѣ изъ средствъ Государственнаго Казначейства дополни-

тельнаго пособія Императорскому Московскому Обществу Испытателей Природы.

I. Отпускать изъ средствъ Государственнаго Казначейства, начиная съ 1911 года, по двѣ тысячи шестьсотъ сорокъ три рубля въ годъ въ дополненіе къ отпускаемымъ нынѣ въ пособіе Императорскому московскому Обществу Испытателей Природы суммамъ.

II. Отпустить изъ средствъ Государственнаго Казначейства въ 1910 г. пять тысячъ рублей на расходы по изданію научныхъ трудовъ, устройству библіотеки и размѣщенію коллекцій означеннаго въ отдѣлѣ I Общества съ отнесеніемъ сего расхода на счетъ возможныхъ сбереженій отъ назначеній по Министерству Народнаго Просвѣщенія по государственной росписи расходовъ на 1910 годъ.

Предсѣдатель Государственнаго Совѣта (подп.) *М. Акимовъ.*

Съ подлиннымъ вѣрно:

За Статсъ-Секретаря (скр.) подп. неразб.

Вѣрно: Дѣлопроизводитель (подп. неразб.).

9. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, отъ имени Совѣта, предложилъ избрать въ почетные члены Общества профессора *Н. Е. Жуковскаго.* Предложеніе это было принято съ единодушнымъ сочувствіемъ.

10. Доложено о томъ, что поч. чл. *Д. Н. Анучинъ* пожертвовалъ Обществу полученныя имъ отъ г. *Якушкина* лекціи бывшаго московскаго профессора *Рулье.*

Постановлено выразить поч. чл. *Д. Н. Анучину* благодарность, а означенныя лекціи помѣстить въ библіотекѣ и ихъ никому изъ библіотеки не выдавать.

11. Доложены отношенія г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа отъ 22 мая с. г., за № 18136, и Московской Судебной Палаты отъ 28 мая с. г., за № 161832 и 22 іюня с. г., за № 164644, объ открытіи кредита на 500 рублей и 2857 рублей.

12. Поч. чл. *Б. К. Млодзѣевскій* выразилъ благодарность за избраніе его въ почетные члены Общества.

13. Заслушаны письма съ благодарностью за избраніе въ почетные члены *Д. Н. Анучина* и *В. К. Цераскаго.*

14. Заслушано письмо д. чл. *Г. И. Полякова*, въ которомъ онъ выражаетъ благодарность за избраніе его въ дѣйствительные члены Общества. Затѣмъ доложено о полученіи фотографической карточки *Г. И. Полякова.*

15. Постановлено разсылать подписные листы на составленіе капитала имени основателя Общества *Г. И. Фишера фонъ-Вальдгейма.*

16. Доложено о полученіи подписныхъ листовъ на окончаніе постройки въ г. Малоярославцѣ храма-памятника отечественной войны 1812 года,

на сооруженіе въ г. Чембарѣ дома имени *В. Г. Бѣлинскаго* и на постройку дома имени *Н. И. Пирогова* въ г. Винницѣ.

17. Доложено о полученіи открытыхъ листовъ:

а) На имя *В. А. Филатова* отъ Тульско-Калужскаго Управленія Государственными Имуществами.

б) На имя *А. А. Чернова* отъ Пермскаго Губернскаго Управленія.

в) На имя *С. П. Попова* отъ начальника Кубанской Области Наказнаго Атамана Кубанскаго Казачьяго Войска.

г) На имя *Е. В. Цвѣткова* отъ Управленія Земледѣлія и Государственныхъ имуществъ Елисаветпольской губерніи.

18. Доложенъ циркуляръ объ организаціи международной фотографической выставки въ Москвѣ въ мартѣ-апрѣлѣ 1911 г.

19. Получено увѣдомленіе о смерти Prof. Dr. *J. G. Galle* (въ Бреславлѣ) и Prof. *Z. Pedroso*, президента Лиссабонскаго Географическаго Общества.

20. Отъ University of California получена просьба о высылкѣ имъ «Матеріаловъ къ познанію фауны, флоры и геологическаго строенія Россійской Имперіи», а также Bulletin'ей и «Nouveaux Mémoires» до 1910 г.

Постановлено: удовлетворить просьбу по мѣрѣ возможности.

21. Поступило увѣдомленіе о I Международномъ Энтомологическомъ Конгрессѣ въ Брюсселѣ (отъ 1—6 августа с. г.) и X Международномъ Географическомъ Конгрессѣ въ Римѣ, который имѣетъ быть отъ 15 до 22 октября 1911 года.

22. Бюро по прикладной Ботаникѣ, состоящее при Ученомъ Комитетѣ Главнаго Управленія Землеустройства и Земледѣлія, посылая Обществу одинъ номеръ своихъ трудовъ, проситъ вступить съ нимъ въ обмѣнъ изданіями, а также выслать ему раньше изданные тома Бюллетеней Общества.

Постановлено: выслать названному Бюро Бюллетени Общества, начиная съ 1910 года въ обмѣнъ на труды Бюро.

23. Метеорологическая обсерваторія въ Бременѣ, посылая Обществу свои ежегодники, запрашиваетъ, будетъ ли Общество въ обмѣнъ на эти ежегодники посылать ей свои изданія.

Постановлено: высылать названной Обсерваторіи Бюллетени Общества, начиная съ 1909 года.

24. Редакція газеты «Сельскій Вѣстникъ», учреждая центральный книжный складъ, проситъ прислать ей: отчетъ о дѣятельности Общества, списокъ изданій Общества и самыя изданія для продажи.

Постановлено: послать Редакціи отчетъ о дѣятельности Общества за 1909—1910 годъ.

25. Библіотека Императорской Военно-Медицинской Академіи запрашиваетъ о желаніи Общества получать въ будущемъ диссертаціи Академіи при условіи наложенія платежа за провозъ.

Постановлено: сообщить Академіи, что Общество не можетъ принять на себя наложеннаго платежа.

26. Библіотека Вольнаго Экономическаго Общества, Библіотека Королевской сельскохозяйственной высшей школы въ Копенгагенѣ и Общество Исторіи и Древностей Прибалтійскаго края въ Ригѣ просятъ выслать имъ изданія Общества.

Постановлено: удовлетворить просьбы названныхъ учрежденій по мѣрѣ возможности.

27. Совѣтъ Русскаго Энтомологическаго Общества выражаетъ Обществу благодарность за участіе въ торжествѣ по случаю 50-лѣтія существованія Энтомологическаго Общества и посылаетъ протоколъ торжественнаго засѣданія съ приложеніемъ къ нему — рѣчью *А. П. Семенова-Тянъ-Шанскаго.*

28. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 883 тома.

29. Извѣщеній о полученіи Обществомъ изданій отправлено 87.

30. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 87 учрежденій.

31. Г. Казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 16 сентября 1910 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ—5727 р. 26 к., въ расходѣ—4899 р. 57 к. и въ наличности—827 р. 69 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1900 р. и въ наличности—22 р. 63 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3200 р. и въ наличности—109 р. 63 к., и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера-фонъ-Вальдгейма* состоитъ въ % бумагахъ—4000 р. и въ наличности—392 р. 81 к. По Высочайше разрѣшенной подпискѣ на составленіе капитала на премію имени *Г. И. Фишера фонъ-Вальдгейма* поступило 46 р. 12 к. Единовременные членскіе взносы поступили отъ *Н. А. Морозова*, *Г. И. Полякова* и *Д. Н. Соколова*. Плата за дипломы въ 15 р. поступила отъ *Н. А. Морозова*, *Г. И. Полякова* и *Д. Н. Соколова*. Членскіе взосы по 4 р. за 1910 годъ поступили отъ *Н. Я. Динника* и *В. В. Станчинскаго.*

32. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) *Александръ Павловичъ Герасимовъ* въ С.-Петербургѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго, А. В. Павлова, В. Д. Соколова и А. П. Павлова).

б) *Дмитрій Владиміровичъ Соколовъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго, А. В. Павлова и А П. Павлова).

33. Къ избранію въ члены-корреспонденты предложенъ Prof. Dr. *Maximilian Weber* въ Мюнхенѣ (по предложенію Э. Е. Лейста и А. В. Павлова).

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Къ протоколу засѣданія Общества Испытат. Природы 16 сентября 1910 г.

Профессоръ Владиміръ Тихомировъ.

Апрѣля 29 настоящаго года мною было сдѣлано сообщеніе, съ демонстраціею проросшихъ клубней *китайской*, иначе *японской*, *спаржи*, *Kan-lu*, *Chorogi*, *Stachys affinis Bunge* = *S. Sieboldii Miquel*, у которой крахмалъ замѣненъ полисахаридомъ *стахіозою*. Въ настоящемъ засѣданіи имѣю честь представить Обществу это растеніе, давшее прошлымъ лѣтомъ обильные превосходные клубни. Воспитывалась хороги (*Crosnes* по-французски) нашимъ неутомимымъ сочленомъ *Екатериною Ивановною Карнѣевою* въ ея имѣніи, селѣ *Кудиновѣ*, Богородскаго уѣзда, Нижегородской губерніи, въ 40 верстахъ отъ Москвы по Нижегородской дорогѣ.

Клубни зеленного магазина *Лапина* (Охотный), посаженные въ жилой комнатѣ, при t° 15—16° С., въ концѣ мая высажены въ гряды на огородѣ. Растенія развились превосходно, но *не цвѣли*, какъ не цвѣтутъ они обычно и во Франціи. Наступившіе морозы заставили выкопать растенія, листья стеблей которыхъ, впрочемъ, не пострадали, какъ мы видимъ это на предъявленныхъ образцахъ.

По просьбѣ отсутствующей Екатерины Ивановны Карнѣевой, доставляю себѣ удовольствіе сообщить отъ ея имени этотъ интересный, имѣющій гастрономическое и діэтетическое значеніе фактъ. Продажный живой товаръ въ магазинѣ *Лапина* можно достать еще около 2-ой половины февраля. Клубни быстро прорастаютъ въ комнатѣ и послѣ 20 мая пересаживаются въ огородныя гряды, какъ было въ нашемъ случаѣ. Часть матеріала оставлена въ грядахъ Екатериной Ивановной.

Нашъ глубокоуважаемый предсѣдатель *Н. А. Умовъ* также получилъ у себя хорошіе результаты въ огородѣ его имѣнія у станціи *Подсолнечной* по Николаевской дорогѣ.

Было извѣстно, что взрослые клубни крахмала не содержатъ. Въ матеріалѣ Кудинова микроскопически можно было мнѣ доказать ничтожное количество зернышекъ (простыхъ) *крахмала*, обычно въ протоплазмѣ сочной паренхимы клубня вокругъ клѣточнаго ядра.

Клубни отличались также ясно выраженнымъ *сладкимъ* вкусомъ, тогда какъ у товара продажнаго онъ едва лишь сладковатъ.

1910 года, октября 3 дня, въ годичномъ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. Вице-Президента А. П. Сабанѣева, г. Секретаря Э. Е. Лейста, гг. Членовъ: А. І. Бачинскаго, М. А. Боголѣпова, С. П. Бѣликова, Князя Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, В. А. Городцова, В. С. Гулевича, Вал. А. Дейнеги, Вяч. А. Дейнеги, В. С. Елпатьевскаго, И. А. Каблукова, И. И. Касаткина, Н. А. Касьянова, Ѳ. Н. Крашенинникова, М. М. Новикова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, А. Н. Розанова, А. Ѳ. Слудскаго, Е. М. Соколовой. А. А. Сперанскаго, А. А. Титова, В. А. Тихомирова, В. Г. Хименкова, А. А. Чернова и В. С. Щегляева и многочисленныхъ стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Г. Секретарь *Э. Е. Лейстъ* прочелъ отчетъ о дѣятельности Общества за 1909—1910 годъ.

2. *М. М. Новиковъ* произнесъ рѣчь: «Вліяніе среды какъ факторъ развитія организмовъ».

3. *И. А. Каблуковъ* сдѣлалъ докладъ «Международный Конгрессъ по радіологіи и электричеству въ Брюсселѣ».

4. *А. І. Бачинскій* произнесъ рѣчь: «Старое и новое въ физикѣ».

1910 года, октября 21 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. Вице-Президента А. П. Сабанѣева, гг. Секретарей: Э. Е. Лейста и А. В. Павлова, гг. Членовъ: А. І. Бачинскаго, Кн. Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, Вал. А. Дейнеги, Вяч. А. Дейнеги, Н. Ѳ. Золотницкаго, Е. И. Карнѣевой, Ѳ. Н. Крашенинникова, Л. И. Курсанова, М. М. Новикова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, Д. П. Сырейщикова, А. А. Титова, В. А. Тихомирова, А. А. Хорошкова и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читаны и утверждены протоколы очередного засѣданія 16 сентября и годичнаго засѣданія 3 октября сего 1910 года.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ поч. чл. Общ. Dr. *Melchior Treub*'а, въ Сенъ-Рафаэлѣ и дѣйств. чл. Общ., Prof. Dr. *Grecescu*, въ Букарестѣ, пригласилъ присутствующихъ въ засѣданіи почтить память ихъ вставаніемъ.

3. Д. чл. *М. И. Голенкинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Памяти Dr. *Melchior Treub*'а».

4. Поч. чл. *В. А. Тихомировъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Экскурсія по Кавказу», которое сопровождалось многими оригинальными свѣтовыми картинами. Было указано характерное *отсутствіе лѣса*, хвойнаго въ особенности, у снѣжной полосы перевала. Между *Коби* и *Гудауромъ* собраны изящныя *Primula auriculata*, *Lamrck.* и низкорослая душистая *Daphne*

glomerata; ниже замѣчены заросли пышно цвѣтущей ярко-желтой *Azalea pontica L.* и чемерицы: *Veratrum album*, которую, по ядовитости ея, не трогаютъ здѣсь пасущіяся стада овецъ. Ниже прежде по сѣверному склону, между станціями *Ларсъ-Казбекъ*, при полномъ отсутствіи слѣдовъ растительности, стаи дикихъ голубей: *Columba livia* и *красноносыхъ кавказскихъ галокъ: Pyrrhocorax graculus* постоянно сопровождали и опережали автомобиль. Отъ *Млетъ* до *Тифлиса* во всей красѣ развернулась по *Арагвѣ* и *Курѣ* роскошная флора Грузіи съ ея *чинарами (Platanus orientalis)* и «Раинами»—такъ зовутъ тамъ итальянскій тополь: *Populus dilatata*.

5. Д. чл. *А. А. Титовъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Объ адсорбціи газовъ углемъ».

6. Д. чл. *Э. Е. Лейстъ* сдѣлалъ сообщеніе «Объ ураганѣ на Балтійскомъ морѣ 30-го сентября сего года».

7. Доложена благодарность *В. А. Городцова* за избраніе его въ дѣйствительные члены Общества.

8. Доложено отношеніе г. Ректора Императорскаго Московскаго Университета отъ 12 октября сего года, за № 3546, съ просьбою доставить ему до 1 декабря сего года свѣдѣнія о дѣятельности Общества за сей годъ для помѣщенія оныхъ въ отчетѣ Университета.

9. Доложены отношенія г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа отъ 12 сего октября, за № 33221, и Московской Казенной Палаты отъ 13 сего октября, за № 175544, объ открытіи кредита на 5000 рублей, на расходы, согласно Высочайше утвержденному 14 іюня сего года закону, по изданію научныхъ трудовъ, устройству библіотеки и размѣщенію коллекцій Общества.

10. Доложено о полученіи упомянутой въ предыдущей статьѣ суммы въ 5000 рублей и постановлено эту сумму расходовать согласно проекту въ «Запискѣ о дѣятельности и средствахъ Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы», а именно 3500 рублей на покрытіе текущаго долга и 1500 рублей на приведеніе въ порядокъ библіотеки.

11. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ* отъ имени Совѣта предложилъ избрать въ почетные члены Общества редактора 20 томовъ трудовъ «Galileo Galilei», профессора Университета въ Padova *Antonio Favaro* и *Якова Сергѣевича Медвѣдева* въ Москвѣ. Предложеніе это было принято единогласно.

12. Доложено о полученіи отчетовъ по экскурсіямъ *К. Е. Мурашкинскаго* и *П. В. Сюзева*. Постановлено напечатать эти отчеты въ отчетѣ Общества за 1910—1911 годъ.

13. Доложено о полученіи фотографической карточки д. чл. Общ. *Н. А. Морозова* для альбома Общества.

14. Доложено письмо чл. кор. *Н. Н. Вакуловскаго* съ просьбою выслать ему отчетъ о дѣятельности Общества.

Постановлено: удовлетворить просьбу *Н. Н. Вакуловскаго*.

15. Доложено о полученіи подписного листа за № 3166 на сооруженіе въ г. Симбирскѣ памятника писателю *И. А. Гончарову*.

16. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, отъ имени Совѣта, предложилъ принять участіе въ предстоящемъ празднованіи 40-лѣтней ученой и учебной дѣятельности поч. чл. проф. *Н. Е. Жуковскаго*, участвовать въ изданіи полнаго собранія трудовъ *Н. Е. Жуковскаго* ассигнованіемъ 150 рублей на этотъ предметъ и просить г. Президента *Н. А. Умова* и г. Секретаря *Э. Е. Лейста* принять участіе въ трудахъ юбилейнаго Комитета.

Предложеніе это принято единогласно.

17. Доложено письмо *В. Н. Сушкова* въ г. Вѣрномъ по вопросу о сборѣ и продажѣ естественно-историческихъ коллекцій.

Постановлено увѣдомить г. *Сушкова*, что Общество не пріобрѣтаетъ коллекцій.

18. Д. чл. *М. В. Павлова* просила о пожертвованіи Университету Шанявскаго имѣющихся изданій палеонтологическаго характера.

Постановлено удовлетворить просьбу *М. В. Павловой* по мѣрѣ возможности.

19. Доложено о томъ, что Gesellschaft für Salzburger Landeskunde (Salzburg) 14/27 сего октября праздновало 50-тилѣтній юбилей своего существованія и отъ имени Общества отправлено поздравительное письмо.

20. Доложено, что въ декабрѣ сего года кончается срокъ полномочій Вице-Президента Общества *А. П. Сабанѣева*, а также, что за выѣздомъ изъ Москвы хранителя предметовъ *П. П. Сушкина* подлежитъ замѣщенію одна изъ должностей хранителя. Согласно состоявшемуся 18 января 1901 года постановленію Общества, въ октябрьскомъ засѣданіи Общества Совѣтъ оглашаетъ о предстоящихъ въ декабрьскомъ засѣданіи очередныхъ выборахъ должностныхъ лицъ, съ указаніемъ, по какимъ именно должностямъ предстоятъ выборы, а въ ноябрьскомъ засѣданіи члены Общества указываютъ записками кандидатовъ, которые и баллотируются согласно § 27 Устава Общества въ декабрьскомъ засѣданіи.

21. Правленіе Высшихъ Женскихъ Курсовъ въ г. Кіевѣ проситъ пожертвовать для библіотеки Курсовъ изданія Общества или сообщить, за какую льготную цѣну эти изданія могутъ быть пріобрѣтены библіотекой Курсовъ.

Постановлено увѣдомить означенное Правленіе, что при покупкѣ имъ изданій Общества можетъ быть сдѣлана скидка въ размѣрѣ 20% съ цѣны изданій.

22. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 476 томовъ.

23. Г. Казначей, *В. А. Дейнега*, представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 31 октября 1910 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ—5861 р. 94 к., въ расходѣ—5142 р. 77 к. и въ наличности—719 р. 17 к.; 2) по кас-

совой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1900 руб. и въ наличности—22 р. 63 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3200 р. и въ наличности—246 р. 43 к., и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгейма* состоитъ въ % бумагахъ—4000 р. и въ наличности—563 р. 81 к. По Высочайше разрѣшенной подпискѣ на составленіе капитала на премію имени *Г. И. Фишера фонъ-Вальдгейма* состоитъ наличными—52 р. 31 к. Плата за дипломы въ 15 р. поступила отъ *В. А. Городцова* и *В. С. Елпатьевскаго*. Членскіе взносы по 4 р. поступили за 1907 и 1908 гг. отъ *А. А. Браунера* и *В. М. Цебрикова* и за 1910 годъ отъ *В. И. Граціанова, В. С. Елпатьевскаго, Н. К. Кольцова* и *А. Е. Ферсмана*.

24. Въ члены-корреспонденты избранъ профессоръ Dr. *Maximilian Weber* въ Мюнхенѣ (по предложенію Э. Е. Лейста и А. В. Павлова).

25. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложены:

а) *Адольфъ Христіановичъ Роловъ* (по предложенію В. А. Тихомирова и М. И. Голенкина).

б) *Алексѣй Яковлевичъ Модестовъ* (по предложенію Э. Е. Лейста и Н. А. Умова).

1910 года, ноября 18 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. Секретаря Э. Е. Лейста, гг. Членовъ: В. А. Аршинова, А. І. Бачинскаго, С. П. Бѣликова, Ю. А. Бѣлоголоваго, В. И. Вернадскаго, Кн. Г. Д. Волконскаго, М. П. Голенкина, В. С. Гулевича, Вал. А. Дейнеги, Вяч. А. Дейнеги, В. В. Карандѣева, Д. Н. Кашкарова, Л. П. Кравца, Ѳ. Н. Крашенинникова, М. А. Мензбира, А. Б. Миссуны, М. М. Новикова, М. В. Павловой, А. П. Павлова, Е. Д. Ревуцкой, Я. В. Самойлова, В. Д. Соколова, Д. В. Соколова, Н. И. Сургунова, В. В. Станчинскаго, В. А. Тихомирова, А. А. Титова, А. Е. Ферсмана и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ очередного засѣданія 21 октября 1910 года.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ д. чл. Общ. Dr. *Robert Daublebsky von Sterneck* въ Вѣнѣ, пригласилъ присутствующихъ въ засѣданіи почтить память его вставаніемъ.

3. Д. чл. *В. И. Вернадскій* сдѣлалъ сообщеніе: «О соединеніяхъ тора и урана въ земной корѣ».

4. Д. чл. *Д. Н. Кашкаровъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Сравнительная морфологія Plectognathi въ связи съ вопросомъ о филогенетическомъ методѣ и задачахъ сравнительно-морфологическаго изслѣдованія скелета». Сообщеніе *Д. Н. Кашкарова* вызвало замѣчаніе со стороны *Ю. А. Бѣлоголоваго*.

5. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ* сообщилъ, что семьѣ *Толстыхъ* въ Ясной Полянѣ отправлена слѣдующая телеграмма: «Московское Общество Испытателей Природы скорбитъ вмѣстѣ съ Вами передъ прахомъ великаго почившаго мыслителя и апостола любви. Да откроется Вамъ утѣшеніе въ безсмертномъ, завѣщанномъ усопшимъ смертной жизни».

6. Gesellschaft für Salzburger Landeskunde благодаритъ за поздравленіе Общества по случаю 50-тилѣтняго юбилея.

7. Prof. Dr. *Tschirch* благодаритъ за избраніе его въ почетные члены Общества и препровождаетъ при письмѣ свою фотографію и отдѣльные оттиски своихъ послѣднихъ ученыхъ трудовъ.

8. Поч. чл. *В. А. Тихомировъ* передалъ для библіотеки Общества 2 сочиненія и отъ имени поч. чл. *Я. С. Медвѣдева* 4 сочиненія.

9. Доложено отношеніе Отдѣленія Орнитологіи и Кружка Любителей Пѣвчей и другой вольной птицы Императорскаго Русскаго Общества Акклиматизаціи животныхъ и растеній отъ 16 минувшаго сентября, за № 84, по вопросу объ организаціи дѣла кольцеванія птицъ въ Россіи съ централизаціей дѣла въ отдѣленіи орнитологіи.

Постановлено принять къ свѣдѣнію.

10. Доложено о назначеніи приватъ-доцента *A. Schmauss*'а директоромъ Баварскаго центральнаго метеорологическаго института.

11. Доложено сообщеніе Deutsches Entomologisches National-Museum въ Берлинѣ о высылкѣ первыхъ нумеровъ журнала: «Deutsche Entomologische National-Bibliotek» съ просьбою объ обмѣнѣ изданіями.

Постановлено рѣшеніе по сему вопросу отложить до полученія вышеозначенныхъ нумеровъ.

12. Доложены просьбы Holländische Gesellschaft der Wissenschaften, Universitäts-Bibliothek, Heidelberg, и редакціи журнала «Cellule» о пополненіи серій изданій Общества.

Постановлено удовлетворить по мѣрѣ возможности.

13. Г. библіотекарь *М. М. Новиковъ* доложилъ, что въ библіотекѣ Общества накопилось значительное количество диссертацій на медицинскія, юридическія и историческія темы и предложилъ передать эти диссертаціи въ какія-либо другія библіотеки.

Постановлено: диссертаціи, выходящія по своему содержанію за предѣлъ естественныхъ наукъ, предложить Библіотекѣ Императорскаго Московскаго Университета тѣ же диссертаціи, которыя уже имѣются въ этой библіотекѣ, пожертвовать Медицинскому Отдѣленію Высшихъ Женскихъ Курсовъ и Университету имени Шанявскаго.

14. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 233 тома.

15. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 18 ноября 1910 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества, считая по статьямъ прихода 5000 руб. (единовре-

менное ассигнованіе) и по статьямъ расхода счета, оплаченные изъ означенной суммы на сумму—4047 р. 02 к., состоитъ на приходѣ—10.869 р. 94 к., въ расходѣ—9189 р. 79 к. и въ наличности—1680 р. 15 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1900 руб. и въ наличности—22 р. 63 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3200 руб. и въ наличности—246 р. 43 к.; 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—4000 руб. и въ наличности—563 р. 81 к., и 5) по Высочайше разрѣшенной подпискѣ на составленіе капитала на премію имени *Г. И. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ наличности—52 р. 31 к. Членскіе взносы по 4 р. за 1910 годъ поступили отъ *М. Д. Залѣсскаго* и *Г. Л. Стадникова*. На основаніи отношеній г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа отъ 12 октября 1910 г. за № 33221, Московской Казенной Палаты отъ 13 октября 1910 г. за № 175544 и Общества отъ 18 октября 1910 г. за № 1081 получено изъ Московскаго Губернскаго Казначейства согласно Высочайше утвержденному 14 іюня с. г. закону на расходы по изданію научныхъ трудовъ Общества, устройству Библіотеки и размѣщенію коллекцій Общества 5000 руб.

16. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, согласно состоявшемуся 18 января 1901 года постановленію Общества, предложилъ указать записками кандидатовъ къ предстоящей въ декабрьскомъ засѣданіи Общества баллотировкѣ на новое трехлѣтіе вице-президента и одного хранителя предметовъ.

17. По подсчету представленныхъ записокъ съ именами кандидатовъ на означенныя должности были указаны:

а) на должность вице-президента:

А. П. Сабанѣевъ	17 голосами.
М. А. Мензбиръ	1 голосомъ.

б) на должность хранителя предметовъ:

Вяч. А. Дейнега	13 голосами.
Н. К. Кольцовъ	3 »
В. С. Елпатьевскій	1 голосомъ.
Д. Н. Кашкаровъ	1 »

Изъ означенныхъ лицъ *М. А. Мензбиръ* и *Д. Н. Кашкаровъ* просятъ исключить ихъ изъ списка кандидатовъ.

18. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) *Адольфъ Христіановичъ Роловъ* въ Тифлисѣ (по предложенію В. А. Тихомирова и М. И. Голенкина).

б) *Алексѣй Яковлевичъ Модестовъ* въ Москвѣ (по предложенію Э. Е. Лейста и Н. А. Умова).

1910 года, ноября 28-го дня, въ чрезвычайномъ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, и въ присутствіи г. Вице-Президента А. П. Сабанѣева, гг. Секретарей Э. Е. Лейста и А. В. Павлова и гг. членовъ А. І. Бачинскаго, М. А. Боголѣпова, кн. Г. Д. Волконскаго, Вал. А. Дейнеги, Н. Д. Зелинскаго, П. П. Матиля и В. А. Тихомирова, происходило слѣдующее:

Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, отъ имени Совѣта, предложилъ избрать профессора, доктора *Gottfried Merzbacher*'а въ Мюнхенѣ въ почетные члены Общества.

Предложеніе принято единогласно, при чемъ Общество просило г. Президента *Н. А. Умова* и г. Секретаря *Э. Е. Лейста*, передать профессору *Merzbacher*'у дипломъ на званіе почетнаго члена въ Соединенномъ засѣданіи Императорскаго Общества Любителей Естествознанія, Антропологіи и Этнографіи, Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы и Русскаго Горнаго Общества.

1910 года, ноября 29-го дня, въ соединенномъ засѣданіи Московскаго Общества Испытателей Природы, Императорскаго Московскаго Общества Любителей Естествознанія, Антропологіи и Энтографіи и Русскаго Общества отъ И. М. О. И. Пр. присутствовали: Г. Президентъ Н. А. Умовъ, г. секретарь Э. Е. Лейстъ, гг. члены Д. Н. Анучинъ, А. І. Бачинскій, М. А. Боголѣповъ, Г. В. Вульфъ, В. С. Елпатьевскій, А. Г. Дорошевскій, Н. Д. Зелинскій, И. А. Каблуковъ, Ѳ. Н. Крашенинниковъ, Г. Мерцбахеръ, Б. К. Млодзѣевскій, П. П. Матиль, М. М. Новиковъ, А. А. Сперанскій, графиня П. С. Уварова, А. Е. Ферсманъ, А. А. Черновъ, М. К. Цвѣтаева и многочисленные сторонніе посѣтители.

1. Почетный членъ, проф. *Готфридъ Мерцбахеръ* сдѣлалъ сообщеніе: „Изслѣдованія Тянь-Шаня (Экспедиціи 1902—1903 и 1907—1908 гг. для изслѣдованія горныхъ цѣпей, ледниковъ и долинъ Тянь-Шаня)".

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ* и г. секретарь *Э. Е. Лейстъ*, по порученію Общества, передали профессору *Мерцбахеру* дипломъ на званіе почетнаго члена Общества.

3. Профессоръ *Мерцбахеръ* выразилъ Обществу благодарность за избраніе его въ почетные члены.

1910 года, декабря 16-го дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. Вице-Президента А. П. Сабанѣева, г. секретаря, Э. Е. Лейста, гг. членовъ: А. І. Бачинскаго, М. А. Боголѣпова, князя Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, В. А. Городцова, В. С. Гулевича, Вал. А. Дейнеги, Вяч. А. Дейнеги, А. П. Ива-

нова, П. И. Касаткина, Ѳ. Н. Крашенинникова, М. А. Мензбира, А. П. Павлова, М. В. Павловой, А. Н. Розанова, А. А. Сперанскаго, Д. П. Сырейщикова, В. А. Тихомирова, А. А. Хорошкова, В. М. Цебрикова, В. К. Цераскаго, П. К. Штернберга и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читаны и утверждены протоколы засѣданій очередного 18 ноября, чрезвычайнаго закрытаго 28 ноября и соединеннаго засѣданія Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, Императорскаго Общества Любителей Естествознанія, Антропологіи и Этнографіи и Русскаго Горнаго Общества 29 ноября 1910 года.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ дѣйствительнаго члена Общества *Виктора Дмитріевича Мѣшаева* въ Москвѣ, пригласилъ присутствующихъ въ засѣданіи почтить память его вставаніемъ.

3. Дѣйств. членъ *М. А. Боголѣповъ* сдѣлалъ сообщеніе: „Пятна геліосферы и циклоны среднихъ широтъ земли“.

4. Дѣйств. чл. *Э. Е. Лейстъ* сдѣлалъ сообщеніе: „Атмосферное давленіе и солнечныя пятна“. Сообщеніе *Э. Е. Лейста* вызвало вопросы со стороны почетнаго члена *В. К. Цераскаго* и дѣйствительнаго члена *П. К. Штернберга*.

5. *В. Ф. Раздорскій* слѣлалъ сообщеніе: „О крѣпости и упругости растеній“.

6. Сообщеніе *Г. Э. Риттера* „Объ антагонизмѣ въ культурахъ низшихъ грибовъ“ не состоялось за болѣзнью докладчика.

7. Почетный членъ *А. П. Павловъ* представилъ собранныя дѣйствительнымъ членомъ *А. Н. Карамзинымъ* ископаемыя, переданныя послѣднимъ Обществу, и сообщилъ подробности о нихъ.

Постановлено: упомянутыя ископаемыя на основаніи Устава Общества передать геологическому кабинету Университета, а *А. Н. Карамзину* выразить благодарность Общества.

8. *Я. С. Медвѣдевъ* благодаритъ за избраніе его въ почетные члены Общества.

9. *В. Н. Бостанжогло* благодаритъ за избраніе его въ дѣйствительные члены Общества.

10. Доложено извѣщеніе Попечителя и Совѣта Московской Практической Академіи коммерческихъ наукъ объ имѣющемъ быть 17-го сего декабря торжественномъ актѣ по поводу исполнившагося столѣтія существованія Академіи.

Постановлено: привѣтствовать названную Академію поздравительною телеграммою.

11. Доложено подписанное членами Общества *М. П. Голенкинымъ*, *А. Н. Петунниковымъ*, *Д. П. Сырейщиковымъ*, *А. А. Хорошковымъ*, *К. И. Мейеромъ* и *Вал. А. Дейнегою* заявленіе объ учрежденіи при Обществѣ временной флористической комиссіи.

По обсужденіи этого вопроса постановлено образовать изъ гг. членовъ ботаниковъ на 1911 годъ комиссію по вопросу объ организаціи планомѣрныхъ ботаническихъ изслѣдованій, съ правомъ приглашать въ засѣданія Комиссіи и ботаниковъ, не состоящихъ членами Общества.

12. Доложено письмо члена-корреспондента доктора *Н. Н. Вакуловскаго*, въ которомъ онъ благодаритъ за доставленную ему „Записку о о дѣятельности и средствахъ Общества".

13. Доложены просьбы о пополненіи серій изданій общества: 1) La Société Linnénne de Bordeau; 2) Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg; 3) Société Royale des Sciences de Liége; 4) Naturhistorisch-Medizinischer Verein in Heidelberg.

14. Geologische Gesellschaft in Wien препровождаетъ списокъ публичныхъ лекцій въ весеннемъ полугодіи 1911 года.

15. Доложено объявленіе объ изданіи указателя статей за 20 лѣтъ (1889—1908) въ Transactions of the Royal Society of Edinburgh.

Постановлено пріобрѣсти означенный указатель.

16. Секретарь *Э. Е. Лейстъ*, отъ имени совѣта, предложилъ снова повторить конкурсъ по соисканію преміи имени *Н. А. Головкинскаго*, учрежденной при Императорскомъ Московскомъ Обществѣ Испытателей Природы на счетъ пожертвованія со стороны Таврическаго Губернскаго Земства, утвержденной г. Управляющимъ Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія 25 іюля 1901 года, но вмѣсто темы: „Третичныя отложенія Таврической губерніи и ихъ водоносность" объявить тему: „Водоносность третичныхъ отложеній Таврической губерніи".

Примѣчаніе: Сочиненіе это должно представлять собою какъ полную сводку имѣющихся уже литературныхъ данныхъ по изученію третичныхъ отложеній Таврической губерніи, такъ и обработку матеріаловъ, имѣющихся въ распоряженіи Земства Таврической губерніи по вопросу о водоносности этихъ отложеній.

Сочиненія должны быть представлены въ Общество либо въ рукописяхъ, либо напечатанными, не позднѣе 1 сентября 1912 года.

Постановлено: принять это предложеніе, напечатать „положенія о конкурсѣ на премію имени Н. А. Головкинскаго" и снестись по сему предмету съ Таврическимъ Губернскимъ Земствомъ.

17. Доложено, что 1-го декабря сего года истекъ срокъ представленія сочиненій на конкурсъ на премію имени *А. Гр. Фишера фонъ-Вальдгейма* на тему: „Водоросли Средней Россіи", но на него не было представлено ни одного сочиненія.

18. Книгъ и журналовъ на библіотеку Общества поступило 274 тома.

19. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества на 16-е декабря 1910 года, изъ коей видно, что 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 10877 р. 94 коп.,

въ расходѣ—9680 р. 88 к. и въ наличности — 1197 р. 06 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1900 рублей и въ наличности—22 руб. 63 коп.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3200 р. и въ наличности—246 р. 43 к.; 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгейма* состоитъ въ % бумагахъ — 4000 рублей и въ наличности—563 р. 81 к., и 5) по ВЫСОЧАЙШЕ разрѣшенной подпискѣ на составленіе капитала на премію имени *Г. И. Фишера фонъ-Вальдгейма* состоитъ наличными деньгами 52 р. 41 к. Членскіе взносы по 4 рубля за 1910 годъ поступили отъ *А. Б. Миссуны* и *Ѳ. Н. Чернышова.*

20. Согласно постановленію Совѣта и въ исполненіе § 46 Устава Общества представлена смѣта прихода и расхода суммъ Общества на 1911 годъ, въ коей предположено:

На приходѣ:

1.	Сумма, отпускаемая правительствомъ на содержаніе Общества	7500 р.	— к.
2.	Членскіе взносы и плата за дипломы . .	300 „	— „
3.	Сумма отъ продажи изданій Общества .	200 „	— „
4.	% съ запаснаго капитала	81 „	27 „
5.	Остатокъ отъ единовременнаго пособія Обществу на устройство библіотеки . .	1350 „	35 „
	Всего . .	9431 р.	62 к.

Въ расходѣ:

1.	Печатаніе изданій Общества	5000 р.	— к.
2.	„ трудовъ Н. Е. Жуковскаго .	150 „	— „
3.	Жалованье письмоводителю канцеляріи Общества	480 „	— „
4.	Жалованье письмоводителю библіотеки Общества	480 „	— „
5.	Жалованье служителю Общества. . . .	300 „	— „
6.	Наградныя деньги къ праздникамъ. . .	210 „	— „
7.	Почтовые и телеграфные расходы . . .	200 „	— „
8.	Канцелярскіе расходы	200 „	— „
9.	Расходы по библіотекѣ Общества . . .	1550 „	35 „
10.	Экскурсіи.	500 „	— „
11.	Расходы по содержанію Общества, непредвидѣнные расходы и проч.	361 „	27 „
	Всего . .	9431 р.	62 к.

Постановлено: означенную смѣту утвердить къ исполненію.

21. Членами Ревизіонной Комиссіи избраны: *А. І. Бачинскій* и *А. А. Сперанскій.*

22. Происходила баллотировка кандидатовъ на должности Вице-Президента и одного хранителя предметовъ, при чемъ на должность Вице-Президента избранъ *А. П. Сабанѣевъ,* получившій 17 избирательныхъ и 2 неизбирательныхъ голоса.

На должность хранителя предметовъ подвергались баллотировкѣ:

а) *Вяч. А. Дейнега,* получившій 17 избирательныхъ и 1 неизбирательный голосъ.

б) *Н. К. Кольцовъ,* получившій 3 избирательныхъ и 16 неизбирательныхъ голосовъ.

и в) *В. С. Елпатьевскій,* получившій 4 избирательныхъ и 15 неизбирательныхъ голосовъ.

Избраннымъ оказался *Вяч. А. Дейнега.*

23. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложена: *Лидія Владиміровна Цебрикова* въ Москвѣ (по предложенію А. І. Бачинскаго и Н. А. Умова).

Тип. Т-ва И. Н. КУШНЕРЕВЪ и К°. Москва.
1911.

ГОДИЧНЫЙ ОТЧЕТЪ

Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы за 1909—1910 годъ.

По примѣру предшествовавшихъ лѣтъ, Общество и въ отчетномъ 105-омъ году продолжало поддерживать и расширять свои сношенія какъ съ отдѣльными лицами, трудящимися на поприщѣ естествознанія, такъ и съ учеными учрежденіями и Обществами европейскихъ и внѣевропейскихъ странъ, производя со всѣми ими дѣятельный обмѣнъ изданіями. Посылкою привѣтственныхъ писемъ, адресовъ и телеграммъ Общество приняло участіе въ празднованіяхъ: 6 декабря 1909 г.—по случаю открытія вновь организованныхъ въ зоологическомъ саду научныхъ учрежденій Императорскаго Русскаго Общества Акклиматизаціи животныхъ и растеній; 26 февраля 1910 г.—пятидесятилѣтія существованія Русскаго Энтомологическаго Общества; въ ноябрѣ 1909 г. по случаю исполнившагося десятилѣтія дѣятельности Терскаго Отдѣленія Императорскаго Русскаго Техническаго Общества; 21 марта 1910 г.—двадцатипятилѣтія ученой дѣятельности д. чл. Общ. профессора *В. В. Сапожникова* въ Томскѣ; 17 марта 1910 г.—пятидесятилѣтія существованія Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse въ Вѣнѣ; 30 апрѣля 1910 г.—двадцатипятилѣтія предсѣдательства въ Императорскомъ Московскомъ Археологическомъ Обществѣ поч. чл. Общ. графини *П. С. Уваровой;* въ іюлѣ 1910 г. по случаю празднованія столѣтняго юбилея независимости Аргентины въ Société Scientifique Argentine.—Въ декабрѣ

1909 г. Общество чрезъ своего представителя поч. чл. Общ. засл. проф. *Д. Н. Зернова* приняло участіе въ торжествѣ открытія Императорскаго Николаевскаго Университета въ Саратовѣ. Представителями Общества на III международномъ ботаническомъ конгрессѣ въ Брюсселѣ были проф. *М. И. Голенкинъ* и *А. А. Ячевскій* и на XI международномъ геологическомъ конгрессѣ въ Стокгольмѣ проф. *Э. Е. Лейстъ* и прив.-доц. *А. В. Павловъ*.

Общество приняло участіе въ работахъ XII-го съѣзда русскихъ естествоиспытателей и врачей организаціей соединеннаго засѣданія Общества и Съѣзда 3-го января 1910 г. и въ соединенномъ засѣданіи Общества съ секціями геологической и минералогической, географической и агрономической съѣзда 5-го января 1910 г.

Въ отчетномъ году Обществомъ подъ редакціей проф. *М. А. Мензбира* были изданы: Bulletin №№ 3 и 4 за 1908 г., Bulletin за 1909 г., Nouveaux Mémoires, T. XVII, livr. 2 и Матеріалы къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи, отд. зоологическій, вып. X. Въ означенныхъ изданіяхъ были помѣщены слѣдующія статьи:

G. Belogolowy. Zur Entwickelung der Kopfnerven der Vögel. (Mit 1 Taf.).

Prof. Dr. E. Leyst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1908.

K. Meyer. Untersuchungen über Thismia clandestina. Mit. 2 Taf.

M. Bogolepow. Die Periodicität der vulkanischen Erscheinungen auf der Erde. Mit 3 Diagr.

L. Kurssanow. Eine Notiz zur Frage über Phylogenie des Archegoniums.

Д. В. Соколовъ. Къ вопросу о Ферганскомъ ярусѣ.

D. W. Sokolow. La question de l'étage Ferganien (Résumé).

А. Ферсманъ. Матеріалы къ минералогіи острова Эльбы.

A. Fersmann. Beiträge zur Mineralogie der Insel Elba. (Résumé).

Prof. Dr. E. Leyst. Die Variationen des Erdmagnetismus. Mit 4 Taf.

Prof. Dr. E. Leyst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1909.

Marie Pavlow. Les Eléphants fossiles de la Russie.

Г. П. Поляковъ. Къ орнитологической фаунѣ Московской губ.

С. А. Рѣзцовъ. Матеріалы къ изученію орнитологической фауны Тамбовской губ.

М. Мензбиръ. Обзоръ ремезовъ туркестанско-сибирской фауны.

А. Ѳ. Котсъ. Замѣтки объ орнитологической фаунѣ юго-западной Сибири (Барабинской степи).

Въ отчетномъ году Общество имѣло одно годичное засѣданіе, восемь очередныхъ, одно чрезвычайное, одно соединенное засѣданіе Общества и XII-го Съѣзда русскихъ естествоиспытателей и врачей и одно соединенное засѣданіе Общества и секцій геологіи и минералогіи, географіи и агрономіи того же съѣзда.

Въ годичномъ засѣданіи Общества:

1) Г. Секретарь *А. В. Павловъ* прочелъ отчетъ о дѣятельности Общества за 1908—1909 годъ.

2) *Э. Е. Лейстъ* произнесъ рѣчь: «О внутреннемъ состояніи земного шара».

3) *А. А. Черновъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Мой путь по Гоби въ Монголо-Сычуанской экспедиціи *П. К. Козлова*». (Физико-географическій очеркъ Центральной Монголіи и Алашаня).

Въ соединенномъ засѣданіи Общества и XII-го Съѣзда русскихъ естествоиспытателей и врачей 3-го января 1910 года:

1) Г. Президентъ Общества *Н. А. Умовъ,* привѣтствуя членовъ XII-го Съѣзда естествоиспытателей и врачей, указалъ на то, что Общество въ теченіе 105 лѣтъ было свидѣтелемъ и участникомъ движенія естествознанія. Сравнивая небольшую горсть испытателей природы, собравшуюся въ 1805 году на кличъ Григорія Фишера фонъ Вальдгейма съ настоящимъ блестящимъ собраніемъ съ его выдающимися научными дѣятелями, сдѣлалъ

заключеніе о великомъ ростѣ естествознанія и выразилъ мысль, что сила естествознанія, принесшаго человѣчеству столько матеріальныхъ и духовныхъ благъ, кроется въ довѣріи къ самому дивному произведенію природы—человѣческому разуму.

2) *П. И. Вальденъ* произнесъ рѣчь: «Двадцатипятилѣтіе теоріи электролитической диссоціаціи и неводные растворы».

3) *А. Н. Сѣверцовъ* произнесъ рѣчь: «Эволюція и Эмбріологія».

4) *Н. А. Морозовъ* произнесъ рѣчь: «Эволюція вещества на небесныхъ свѣтилахъ».

Въ соединенномъ засѣданіи Общества и секцій геологіи и минералогіи, географіи и агрономіи 5-го января 1910 г. членами Общества произнесены рѣчи:

1) *Н. І. Криштафовичъ*: «О послѣтретичномъ ледниковомъ періодѣ въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ».

2) *А. П. Павловъ:* «О древнѣйшихъ на землѣ пустыняхъ».

Въ очередныхъ и въ чрезвычайномъ засѣданіи 5-го ноября 1909 г., помимо разсмотрѣній текущихъ дѣлъ, были сдѣланы сообщенія:

В. А. Тихомировъ: Юбилей Женевскаго Университета.

В. С. Елпатьевскій: Профессоръ А. Дорнъ, основатель Неаполитанской станціи.

П. П. Сушкинъ. Памяти Р. Б. Шарпа.

По ботаникѣ.

В. А. Тихомировъ. Сахаръ и включенія въ плодовой мякоти Arbutus Unedo L.

В. А. Тихомировъ. Сладкій японскій картофель Stachys Sieboldii.

Д. М. Щербачевъ. Анатомическое строеніе гаоляна (Andropogon Sorghum).

М. П. Голенкинъ. О международномъ ботаническомъ конгрессѣ въ Брюсселѣ.

В. А. Тихомировъ демонстрировалъ живое растеніе Китайской спаржи.

По геологіи и палеонтологіи.

В. Г. Хименковъ. Нѣкоторыя новыя данныя по каменноугольнымъ отложеніямъ Тверской губерніи.

А. В. Павловъ отъ имени *М. Д. Залѣсскаго:* О новой формѣ Dadoxylon съ пучками первичной ксилемы вокругъ сердцевины изъ верхнедевонскихъ осадковъ Донецкаго бассейна.

В. А. Городцовъ. Геологическія наблюденія въ окрестностяхъ с. Аносина Звенигородского уѣзда.

А. Ф. Слудскій. Верхне-мѣловыя и нижне-третичныя отложенія Крыма.

М. С. Швецовъ. Мѣловыя и нижне-третичныя отложенія Кавказскаго побережья Чернаго моря.

А. П. Павловъ. Замѣтка объ образованіи оползней въ глинистыхъ и песчано-глинистыхъ породахъ.

А. Н. Розановъ. О зонахъ подмосковнаго портланда.

Э. Е. Лейстъ и *А. В. Павловъ.* О международномъ геологическомъ конгрессѣ въ Стокгольмѣ.

По геофизикѣ.

Ю. В. Вульфъ. Вліяніе давленія солнечнаго свѣта на давленіе земной атмосферы.

По зоологіи.

М. М. Новиковъ. Спинные глаза хитоновъ.

С. Н. Боголюбскій. Къ морфологіи скелета плечевого пояса рептилій.

П. П. Сушкинъ. Рефератъ о работахъ: *В. Г. Шабловской:* «Къ морфологіи позвонка птицъ» и *Н. Н. Поповой:* «Развитіе скелета конечностей у коровы».

М. Н. Новиковъ. О международномъ зоологическомъ конгрессѣ въ Грацѣ.

По химіи и физикѣ.

Н. Д. Зелинскій. О спектрѣ поглощенія радіактивныхъ веществъ въ области короткихъ волнъ.

В. В. Челинцевъ. О реакціи Гриньяра и о возможности ея въ растеніяхъ.

А. І. Бачинскій. Къ вопросу о молекулярной ассоціаціи жидкостей.

По минералогіи и кристаллографіи.

В. И. Вернадскій и *А. Е. Ферсманъ.* Объ иксіоналитѣ съ Урала.

А. Е. Ферсманъ. Демонстрація фигуръ растворенія шаровъ кальцита.

Совѣтъ Общества имѣлъ пять засѣданій, посвященныхъ хозяйственнымъ дѣламъ и предварительному обсужденію наиболѣе важныхъ текущихъ дѣлъ Общества.

Вѣрное основнымъ задачамъ своей научной дѣятельности, Общество и въ отчетномъ году оказывало посильное содѣйствіе изученію Россіи въ естественно-историческомъ отношеніи и съ этою цѣлью, по мѣрѣ возможности, помогало какъ своимъ членамъ, такъ и постороннимъ лицамъ, находящимся въ сношеніи съ нимъ, въ ихъ экскурсіяхъ и изслѣдованіяхъ во многихъ мѣстностяхъ Россійской имперіи. При содѣйствіи и участіи Общества предполагали производить:

Ботаническія изслѣдованія.

1. *К. Е. Мурашкинскій*—въ Нижегородской губерніи.
2. *В. Ф. Раздорскій*—въ Терской области.
3. *В. А. Тихомировъ*—на Кавказѣ.
4. *А. А. Хорошковъ*—въ Московской губерніи.

Геологическія изслѣдованія.

5. *И. И. Бушуевъ*—въ Рязанской губерніи.
6. *А. Н. Мазаровичъ*—въ Казанской и Симбирской губерніяхъ.
7. *Г. Ф. Мирчинкъ*—въ Таврической губерніи.
8. *А. В. Павловъ*—въ Кутаисской губерніи.

9. *С. П. Поповъ*—въ Таврической губерніи и Кубанской области.

10. *А. Н. Розановъ*—въ Самарской, Саратовской и Симбирской губерніяхъ.

11. *А. Ѳ. Слудскій*—въ Таврической губерніи.

12. *А. А. Черновъ*—въ Пермской губерніи.

13. *М. С. Швецовъ*—въ Черноморской и Кутаисской губерніяхъ.

Зоологическія изслѣдованія.

14. *В. Н. Бостанжогло*—въ среднемъ и нижнемъ Поволжьѣ.

15. *А. Н. Карамзинъ*—въ Самарской и Уфимской губерніяхъ.

16. *Б. Д. Кирпичниковъ*—въ Костромской губерніи.

17. *Г. И. Поляковъ*—въ Московской губерніи.

18. *П. В. Серебровскій*—въ Нижегородской губерніи.

19. *В. В. Станчинскій*—въ Могилевской и Смоленской губерніяхъ.

20. *Н. І. Фененко*—въ Черниговской губерніи.

21. *В. А. Филатовъ*—въ Калужской губерніи.

22. *Е. В. Цвѣтковъ*—въ Елисаветпольской губерніи.

Содѣйствуя научнымъ работамъ названныхъ лицъ, Общество обращалось съ просьбою о выдачѣ имъ свидѣтельствъ, открытыхъ предписаній и листовъ ко многимъ офиціальнымъ лицамъ и учрежденіямъ, при чемъ ходатайства Общества были уважены: начальниками Управленій Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ: Могилевскаго, Московско-Тверского, Смоленско-Витебскаго, Тульско-Калужскаго, Уфимскаго, Черниговскаго и Ярославско-Костромского, Начальниками Управленія Московскаго, Нижегородскаго Удѣльныхъ Округовъ и Елисаветпольской губерніи, губернаторами—Московскимъ, Нижегородскимъ и Черниговскимъ и Наказнымъ Атаманомъ Терскаго Казачьяго Войска и Кубанской Области, а также губернскими земскими управами—Смоленской и Тульской, за что Общество и приноситъ имъ свою глубокую благодарность.

Помимо содѣйствія вышеуказанныхъ офиціальныхъ лицъ и учрежденій, нѣкоторые изъ экскурсантовъ Общества встрѣтили особыя предупредительность и сочувствіе со стороны частныхъ лицъ, дѣятельно сочувствовавшихъ успѣшному выполненію предпринятыхъ ими научныхъ работъ. Общество считаетъ пріятнымъ долгомъ выразить всѣмъ такимъ лицамъ свою глубокую признательность за ихъ безкорыстное вниманіе къ его научнымъ интересамъ.

Многія лица, предпринимавшія въ отчетномъ году при участіи и содѣйствіи Общества экскурсіи съ ученою цѣлью, а равно нѣкоторые изъ гг. членовъ Общества, доставили слѣдующія краткія свѣдѣнія о результатахъ своихъ изслѣдованій:

Отчеты по экскурсіямъ.

К. Е. Мурашкинскій доставилъ слѣдующій отчетъ о своей ботанической экскурсіи въ прошломъ году.

«Лѣтомъ 1909 г., благодаря полученному мною отъ Общества рекомендательнаго письма, мнѣ удалось совершить рядъ ботанико-географическихъ экскурсій по Нижегородской губерніи. Болѣе продолжительными были экскурсіи въ Лукояновскій и Семеновскій уѣзды. Въ Лукояновскомъ уѣздѣ я посѣтилъ южную часть—окрестности с.с. Никитина и Маресева. На торфяномъ болотѣ у города Починокъ мнѣ посчастливилось найти Pedicularis sceptrum Carolinum. Въ нѣсколькихъ шагахъ отъ болота на южныхъ склонахъ встрѣчаются уже представители степной растительности, напр., Stipa pennata, Salvia pratensis и др.

Въ Семеновскомъ уѣздѣ я посѣтилъ болото у дер. Олонихи, гдѣ существуютъ выходы соляныхъ ключей. До болота пришлось на лошадяхъ ѣхать отъ Нижняго Новгорода около ста верстъ.

Собранные матерьялы теперь мною обрабатываются.»

В. Ф. Раздорскій доставилъ слѣдующій отчетъ:

«Что касается экскурсіи, совершенной мною прошлымъ лѣтомъ съ рекомендательнымъ письмомъ, за которое я приношу

Обществу глубокую благодарность, то о результатахъ ея я могу доложить слѣдующее: профессору М. И. Голенкину мною передана небольшая коллекція живыхъ растеній, сѣмянъ, а также паразитическихъ грибовъ, собранная преимущественно на горѣ Илъ (близъ Владикавказа) и на земляхъ станицы Наурской; въ лабораторіи профессора мною заканчивается обработка собраннаго гербарія, заключающаго рядъ формъ, не указанныхъ еще для Терской области или же для всего Кавказа; М. И. Голенкину же мною сообщены вкратцѣ наблюденія надъ растительностью сыпучихъ песковъ той части Терской области, которая не изслѣдована въ фито-географическомъ отношеніи».

Предварительный отчетъ *А. А. Хорошкова* о флористическихъ изслѣдованіяхъ въ Московской губерніи въ 1910 году:

«12 экскурсій въ Подольск. у. и 1 экск. въ Звенигородск. у., совершенныя мною въ истекшемъ сезонѣ, дали гербарный матеріалъ въ 60 нумеровъ, составленный преимущественно сем. Rubiaceae и Gramineae, и заключающій въ себѣ, м. п., нѣсколько новыхъ для Московской губ. разновидностей и рѣдко встрѣчающихся видовъ».

П. И. Бушуевъ доставилъ слѣдующій краткій отчетъ о произведенныхъ геологическихъ изслѣдованіяхъ лѣтомъ 1910 года въ предѣлахъ Михайловскаго уѣзда, Рязанской губ.:

«Цѣль изслѣдованій—ознакомиться съ отложеніями Юрской системы, имѣющимися въ Михайловскомъ уѣздѣ, и въ частности прослѣдить выходы «Рязанскаго горизонта».

Экскурсіи были начаты по рѣкѣ Вожѣ (впадающей въ Оку); здѣсь замѣчены по правому крутому берегу (у деревни Бойчицы) залежи сѣрой оксфордской глины съ ископаемыми: аммониты рода Cardioceras и друг., изъ белемнитовъ—Belemnites Panderi, Bel. absolutus и проч. болѣе мелкія окаменѣлости.

Въ городѣ Михайловѣ (въ сѣверной его части—въ Лещенскомъ оврагѣ) найдены ископаемыя «Рязанскаго горизонта»—въ фосфорито-глауконитовомъ песчаникѣ окаменѣлости: Hoplites riasanensis, Aucella volgensis, белемниты и друг.

Выходы «Рязанскаго горизонта» были замѣчены въ окрестностяхъ г. Михайлова, главнымъ образомъ въ селѣ Б. Свистовѣ (на лѣвомъ берегу рѣки Прони). Здѣсь же у самой рѣки залегаетъ мощная толща келловейскихъ отложеній.

Слои Юрской системы обнаружены и въ другихъ мѣстахъ ниже по рѣкѣ Пронѣ до самой границы Михайловскаго уѣзда съ Пронскимъ».

А. Н. Мазаровичъ доставилъ слѣдующій отчетъ о своихъ геологическихъ изслѣдованіяхъ:

«Весною текущаго года Общество Испытателей Природы снабдило меня рекомендаціей для производства геологическихъ наблюденій въ Спасскомъ и Тетюшскомъ уѣздахъ, Казанской губ. и Буинскомъ и Алатырскомъ уѣздахъ Симбирской губ.

Возвратившись съ работъ и принося Обществу глубокую благодарность за содѣйствіе, я имѣю честь сообщить Обществу о результатахъ моей работы.

Цѣлью моей работы было прослѣдить линіи складчатости обнаруживающейся во многихъ мѣстахъ Тетюшскаго уѣзда.

Мною обнаружены три параллельныхъ между собою линіи съ ясно выраженной складчатостью съ СВ на ЮЗ, причемъ особенной силой смяты пласты у г. Тетюшъ и у дер. Краснополья.

Кромѣ того замѣчены два другихъ направленія—одно съ ССВ на ЮЮЗ — почти меридіональное, а другое—съ СЗ на ЮВ. Всѣ эти складки сложены исключительно изъ пестрыхъ мергелей. Въ связи съ этимъ я прослѣдилъ теченіе рѣкъ, гдѣ видны слѣды какихъ-то, повидимому, тектоническихъ силъ, выразившихся въ чрезвычайно оригинальныхъ линейныхъ расположеніяхъ ихъ потоковъ. Около с. Марьина Тетюшск. у., Казанск. губ., мною обнаружено отложеніе пустыннаго характера среди пестрыхъ мергелей. Во многихъ мѣстахъ видна замѣчательная параллельность рѣчекъ и овраговъ между собою и относительно главныхъ направленій складчатости».

Г. Ѳ. Мирчинкъ продолжалъ свои наблюденія надъ развитіемъ Палеоцена въ Крыму. Было выяснено:

a) что выходы его есть на всемъ протяженіи между Инкерманомъ и Саблы; b) что онъ лежитъ трансгрессивно на подстилающихъ отложеніяхъ, покрывая то сенонскіе мергеля, то мшанковый известнякъ; c) были найдены нѣкоторыя новыя ископаемыя. Восточнѣе Симферополя вплоть до Карасу-Базара палеоценъ отсутствуетъ.

А. Н. Розановымъ лѣтомъ 1910 года производились слѣдующія геологическія изслѣдованія:

a) въ Симбирскомъ и Сызранскомъ уѣздахъ Симбирской губ. изучались слои, залегающіе въ основаніи портланда; b) въ Николаевскомъ у. Самарской губ. изслѣдовалась вся серія юрскихъ отложеній въ связи съ распространеніемъ въ нихъ залежей фосфоритовъ. Собранъ палеонтологическій матеріалъ изъ *келловейскихъ* и *портландскихъ* отложеній уѣзда, установлено присутствіе *оксфорда* въ восточной части уѣзда и *портландскихъ* битуминозныхъ глинъ и сланцевъ въ западной его части, объ *аквилонскихъ* отложеніяхъ получены новыя данныя. Изъ отдѣльныхъ находокъ можно отмѣтить нахожденіе валуна гранита на сѣверо-западномъ склонѣ Общаго Сырта.

А. А. Черновъ совершилъ поѣздку по Чердынскому уѣзду, Пермской губ. Изъ артинскихъ осадковъ бассейна Колвы собраны окаменѣлости, главнымъ образомъ, аммонеи. По западную сторону Полюдова кряжа обнаруженъ сбросъ. Онъ идетъ приблизительно въ меридіональномъ направленіи къ востоку отъ с. Ныроба и с. Искора, пересѣкая р. Низьву ниже тракта изъ Б. Поля въ д. Демину. Къ западу отъ сброса развита соленосная толща, къ востоку—каменноугольные известняки. Указанная сбросовая линія является, повидимому, продолженіемъ того сброса, который проходитъ по среднему теченію Глухой Вильвы и пересѣкаетъ Язьву.

М. С. Швецовъ доставилъ слѣдующій отчетъ о своихъ геологическихъ изслѣдованіяхъ лѣтомъ 1910 года.

«Мои наблюденія были начаты съ окрестностей Туапсе, откуда до сихъ поръ не было извѣстно ископаемыхъ. Дѣйствительно, и мнѣ удалось найти лишь въ цементныхъ известня-

кахъ неопредѣлимые иноцерамы. Однако, эти находки въ связи съ полнымъ петрографическимъ сходствомъ породъ позволяютъ отождествить эти цементные известняки съ цем.-иноцерамовыми известняками Сухума, Гагръ и Сочи (сенонъ). Эти известняки, съ рѣдкимъ постоянствомъ тянущіеся на столь большомъ протяженіи, оказывается, испытываютъ при движеніи на сѣв.-зап. такое постепенное измѣненіе. Въ Сухумѣ они содержатъ хотя и рѣдко белемнителли, въ Гаграхъ и Сочи въ нихъ попадаются почти лишь иноцерамы и м. ежи, а въ Туапсе даже иноцерамы встрѣчаются рѣдко, и слои цем. камня перестилаются тонкими слоями переходящихъ иногда въ мелкій галечникъ песчаниковъ, покрытыхъ волноприбойными знаками и слѣдами ползающихъ животныхъ.

Слои другого петрографическаго состава, развитые совмѣстно съ описанными, напоминаютъ слои, подстилающіе и покрывающіе цем.-иноц. известняки Сухума—Сочи, также почти нѣмые.

Однако, кромѣ этихъ слоевъ въ 20 верстахъ отъ моря мною найдена свита конгломератовидныхъ известняковъ, образующихъ гряды горъ, а по руслу рѣки выступающихъ въ видѣ эффектныхъ останцовъ. Нѣкоторые слои содержатъ аммониты, повидимому, титонскаго или нижне-неокомск. возраста. Найдены также—въ другихъ слояхъ—кораллы и ринхонеллы. Петрографически эти известняки напоминаютъ известняки, подстилающіе неокомъ въ Гаграхъ, и также какъ тѣ проникнуты битуминозными веществами.

Въ окрестностяхъ Сочи мнѣ удалось найти обнаженіе съ такою же послѣдовательностью слоевъ отъ сенона до апта, какъ въ Гаграхъ, тогда какъ въ извѣстномъ мнѣ до сихъ поръ обнаженіи послѣдовательность нарушалась внѣдреніемъ какихъ-то конгломератовидныхъ известняковъ.

Въ Гаграхъ мнѣ удалось пополнить фауну и установить болѣе точно послѣдовательность слоевъ для части апта и особенно для неокома, причемъ изъ нижеизслѣдованныхъ мною до сихъ поръ слоевъ найдены слои, переполненные Exogyra.

Въ Новомъ Аѳонѣ собраны ископаемыя изъ новаго обнаженія аптскихъ породъ».

Предварительный отчетъ *Б. Д. Кирпичникова* о коллектированіи птицъ въ Костромской губ. за 1909 и 1910 гг.

Сборы производились въ 1909 году съ 1-го мая по 28 августа, въ 1910 г. съ 9-го мая по 30-ое августа, благодаря чему изслѣдованія захватили почти исключительно гнѣздящуюся орнитофауну Костромской губерніи.

За два года мною были посѣщены слѣдующіе уѣзды: Костромской, Буйскій, Галицкій, Кинешемскій, Юрьевецкій, Макарьевскій, Ветлужскій и Варнавинскій, при чемъ изслѣдованія производились, главнымъ образомъ, по берегамъ рѣкъ: Волги, Костромы, Вексы, Унжи и Ветлуги.

Всего было собрано мною до 500 экземпляровъ птицъ. Въ виду того, что моя коллекція еще не обработана, я не могу привести подробныхъ свѣдѣній о добытомъ матеріалѣ и позволю себѣ ограничиться лишь извлеченіемъ изъ списка видовъ, найденныхъ мною въ предѣлахъ Костромской губ.

Larus minutus.—Встрѣчена на гнѣздовьѣ только въ восточныхъ уѣздахъ (Ветлужскій и Варнавинскій).

Totanus terekius.—Обычная гнѣздящаяся птица.

Haematopus ostralegus.
Vanellus cristatus.
Charadrius minor.
} Встрѣчаются въ большомъ количествѣ.

Charadrius hiaticula.—Встрѣчается въ очень ограниченномъ количествѣ.

Lagopus albus.— Въ малозаселенныхъ уѣздахъ встрѣчается въ значительномъ количествѣ.

Mergus albellus.
Mergus serrator.
Mergus merganser.
Anas clypeata.
} Принадлежатъ къ рѣдко встрѣчающимся видамъ.

Anas circia.
Anas crecca.
Anas boschas.
} Встрѣчаются въ большомъ количествѣ.

Anas acuta.—Рѣдка.

Tinnunculus alaudarius.—Обычная гнѣздящаяся птица.

Erythropus vespertinus.—Встрѣченъ только въ западной части Костр. губ.

Falco subbuteo.
Pernis apivorus.
Milvus ater.
} Обычныя гнѣздящіяся птицы.

Aquila chrysaëtus.— Гнѣздится только въ малозаселенныхъ уѣздахъ.

Aquila naevia.—Только въ западной части (Костр. уѣздъ).

Glaucidium passerinum.—Весьма рѣдкій видъ.

Surnia ulula. — Добытъ на гнѣздовьѣ только 1 экземпляръ (Кинеш. у.).

Syrnium uralense.

Loxia rubrifasciata.

Fringilla montifringilla. — Встрѣченъ только въ восточной части Костр. губ.).

Chloris chloris.—Встрѣченъ только въ восточной части.

Lanius excubitor.—Принадлежитъ къ очень рѣдкимъ гнѣздящимся птицамъ.

Motacilla flava.
» beema.
» borealis.
Motacilla alba.
Lophophanes cristatus.
Poecile borealis.
} Обычныя гнѣздящіяся птицы Костр. губ.

Acrocephalus dumetorum.

Hypolais icterina.

Phylloscopus viridanus. — Встрѣчается въ незначительномъ количествѣ.

Phylloscopus sibilatrix.
Phylloscopus trochilus.
} Встрѣчаются всюду, обыкновенны.

Phylloscopus collybita.—Рѣдка.

Sylvia nisoria.—Въ очень незначительномъ количествѣ.

Sylvia cinerea.—Обыкновенна.

Sylvia hortensis
Sylvia curruca.
Sylvia atricapilla.
Erythacus phylomela.
} Обычныя гнѣздящіяся птицы.

Erythacus suecicus.—Довольно рѣдокъ.

Erythacus rubecula.
Ruticilla phoenicura.
Pratincola rubetra.
Saxicola oenanthe.
Merula merula.
Turdus viscivorus.
Turdus musicus.
Turdus iliacus.
} Обычныя гнѣздящіяся птицы данной области.

П. В. Серебровскій доставилъ слѣдующій краткій отчетъ о результатахъ своей экскурсіи, по Нижегородской губерніи, съ орнитологическими цѣлями.

«Интересовавшей меня мѣстностью, въ настоящемъ году, были сѣверные уѣзды Нижег. губерніи: Семеновскій и Макарьевскій. Экскурсировалъ съ 28 апрѣля по 18 іюня и затѣмъ съ 10 по 24 августа — въ общей сложности 66 дней. Число птичьихъ шкурокъ, приготовленныхъ преимущественно въ эти дни,—свыше 150; яицъ—свыше 140. Кромѣ этого законсервировано немного птичьихъ паразитовъ, а также млекопитающихъ. Птицы добывались почти исключительно мной и лишь иногда охотниками. Яйца собраны мною лично и при помощи мѣстныхъ жителей. Экскурсія состоялась благодаря любезному содѣйствію Общества Испытателей Природы и, въ особенности, профессора М. А. Мензбира, за что считаю долгомъ выразить имъ здѣсь свою благодарность.

Посѣщенныя мною мѣста принадлежатъ бассейнамъ рѣкъ: Керженца и Ветлуги, и группѣ большихъ озеръ, лежащихъ между этими рѣками. Фауна береговъ Керженца, какъ рѣки лѣсной, лишенной какихъ бы то ни было луговъ или просто травянистыхъ зарослей, бѣдна водной птицей за исключеніемъ нѣкоторыхъ видовъ утокъ (Anas crecca и boschas). Изъ кули-

ковъ гнѣздятся только немногіе: Totanus hypoleucos, ochropus, glareola и значительно рѣже—Totanus terekius. Совсѣмъ нѣтъ рода Tringa. Изъ ржанокъ мною были убиваемы только Ch. minor. Не видалъ ни одного представителя Longipennes. Въ августѣ, когда уже улетѣли жившіе здѣсь кулики и утки, рѣка становится совсѣмъ мертвою. За время отъ 10 и по 24 августа подъ Хахалами (среднее теченіе рѣки) мною не встрѣчено ни одного кулика. Изъ птицъ, добытыхъ мною на Керженцѣ, отмѣчу лишь: Totanus terekius (♀ съ почти готовымъ яйцомъ) и Alcedo ispida (3 экз. и кладка изъ 4 яицъ). Послѣднихъ можно встрѣтить на каждой верстѣ. Лѣса по Керженцу въ общемъ также мертвы, но попадаются оживленные уголки. Какъ на рѣдкую, сравнительно, гнѣздящуюся птицу укажу на Garrulus infaustus. Добыто мною всего 2. Орѣховку видѣлъ 2 раза: 18.V и 22.VIII. Послѣдній разъ добылъ. Изъ хищныхъ наблюдалъ слѣдующихъ: F. vespertinus (добытъ молодой), F. aesalon (добытъ), F. peregrinus (неудачно стрѣлялъ однажды), Pernis apivorus (добытъ у гнѣзда съ 3 яйц.), Circaëtos gallicus (имѣю перо) и др. Изъ совъ отсюда имѣю—Scops giu, Syrnium uralense, Syrnium aluco и Asio accipitrinus. Наблюдалъ и другихъ. Здѣсь совы представлены вообще полно. Изъ дятловъ добылъ всѣхъ, которыхъ ожидалъ, за исключеніемъ G. canus. Близъ Керженца же добылъ Cuculus intermedius. Изъ Passeres отмѣчу только Locustella fluviatilis. Оставивъ Керженецъ, я переѣхалъ на озера, представляющія большія водныя вмѣстилища, съ низкими, но обрывистыми берегами, и расположенныя среди сосновыхъ лѣсовъ. Отсюда — поразительная бѣдность и однообразіе ихъ фауны въ гнѣздовой періодъ. Изъ добытыхъ на озерахъ птицъ, отмѣчу только гагаръ—Colymbus arcticus. C. septentrionalis на посѣщенныхъ мною 7 озерахъ не обнаружена. Здѣсь же добытъ кобчикъ изъ пары. Фауна Ветлуги богаче и разнообразнѣе вышеописанныхъ мѣстъ. Она приближается къ фаунѣ береговъ Волги. Здѣсь я видѣлъ представителей родовъ Aquila, Pandion, Circaëtos. Изъ куликовъ тамъ довольно обыкновененъ Haematopus ostralegus. Мною до-

быть тамъ Totanus terekius—старый и пуховой. Поветлужье—единственное, какъ кажется, мѣсто въ Нижегородской губерніи, гдѣ живутъ лебеди. Мною добыта пара: Cygnus musicus, ♂ и ♀ съ выщипаннымъ брюхомъ. Изъ Passeres впервые наблюдалъ крапивника. Добылъ пѣночку, обратившую на себя вниманіе незнакомымъ голосомъ. Эта пѣночка была опредѣлена проф. М. А. Мензбиромъ, какъ Ph. viridanus.

Кромѣ птицъ мною непрерывно собирались и записывались всѣ свѣдѣнія, имѣющія отношеніе къ географическому распространенію и біологіи птицъ».

В. А. Филатовъ доставилъ слѣдующій краткій отчетъ о результатахъ изслѣдованія орнитофауны Калужской губерніи.

«Въ 1909 году мое изслѣдованіе орнитологической фауны Калужской губерніи ограничилось однимъ Калужскимъ уѣздомъ, въ которомъ я пробылъ съ конца мая до первыхъ чиселъ сентября. Въ 1910 году, изъ-за поздняго полученія открытыхъ листовъ, я началъ изслѣдованіе съ начала іюля, когда посѣтилъ Жиздринскій уѣздъ, и продолжалъ до половины сентября,—коллектируя въ Козельскомъ и Калужскомъ уѣздахъ.

За два лѣта мною собрано около 200 птичьихъ шкурокъ и найдено на гнѣздовьѣ и на пролетѣ 170 видовъ; изъ нихъ: 125—127 несомнѣнно гнѣздящихся и 4—7 сомнительно гнѣздящихся, остальные или только пролетные или залетные виды.

Наибольшаго вниманія заслуживаютъ слѣдующіе изъ нихъ:

Tringa minuta, alpina, subarquata. Въ началѣ іюля встрѣчаются по р. Окѣ, первый часто, второй рѣже, послѣдній очень рѣдко.

Totanus terekius. Въ августѣ мѣсяцѣ дважды добытъ на р. Окѣ.

Phalaropus hyperboreus. Въ концѣ іюля 1910 г. былъ добытъ на р. Окѣ.

Bonasa canescens. Обыкновененъ по крайней мѣрѣ въ уѣздахъ Жиздринскомъ и Козельскомъ, рѣдокъ въ Калужскомъ.

Tetrao urogallus. Чаще попадается въ Жиздринскомъ у., рѣже въ Козельскомъ.

Syrrhaptes paradoxus. 18-го апрѣля 1908 г. около станціи Желябужская Сыз.-Вяз. ж. д. наблюдалась стайка штукъ въ 30.

Anser ruficollis. 5-го апрѣля 1908 г. въ Калужскомъ у. наблюдалась около р. Оки стайка краснозобыхъ казарокъ, которыя летѣли съ Ю. Ю. В.

Picus tridactylus. Одинъ экземпляръ добытъ въ Калужскомъ у. 8 го сентября 1910 г.

Gecinus viridis. Довольно обыкновененъ.

Alcedo ispida. Гнѣздится всюду.

Nucifraga caryocatactes. Гнѣздится достовѣрно въ Жиздринскомъ и Козельскомъ уу.

Emberiza aureola. Въ долинѣ р. Оки гнѣздится въ большомъ количествѣ.

Loxia curvirostra. Всюду обыкновененъ.

Muscicapa parva. Довольно рѣдка. Попадалась только въ Козельскомъ у.

Lanius minor. 21-го іюля 1910 г. въ Жиздринскомъ у. добыто 2 экземпляра; всего ихъ было штукъ 10.

Poecile palustris. Вѣроятно гнѣздится; попадалась только въ Козельскомъ у.

Locustella fluviatilis. Гнѣздится въ Калужскомъ у.

Въ минувшемъ году въ число членовъ избраны:

а) въ почетные члены:

Проф. *Д. Н. Анучинъ*—въ Москвѣ.
Sir William *Crookes*—въ Лондонѣ.
Prof. *F. von Wiesner*—въ Вѣнѣ.
Проф. *Н. Е. Жуковскій*—въ Москвѣ.
Проф. *Б. К. Млодзѣевскій*—въ Москвѣ.
Prof. *F. Moeller*—въ Вѣнѣ.
Prof. *A. Tschirch*—въ Бернѣ.
Проф. *В. К. Цераскій*—въ Москвѣ

б) въ дѣйствительные члены:

В. Н. Бостанжогло—въ Москвѣ.
А. П. Герасимовъ—въ Петербургѣ.
В. А. Городцовъ—въ Москвѣ.
Вяч. А. Дейнега—въ Москвѣ.
А. Г. Дорошевскій—въ Москвѣ.
Dr Lazar Edeleanu—въ Букарештѣ.
В. С. Елпатьевскій—въ Москвѣ.
И. И. Касаткинъ—въ Москвѣ.
Н. А. Морозовъ—въ Петербургѣ.
Г. И. Поляковъ—въ имѣніи Саввино.
Prof. *P. Poni*—въ Яссахъ.
К. А. Сатунинъ—въ Тифлисѣ.
А. Ѳ. Слудскій—въ Москвѣ.
Д. В. Соколовъ—въ Москвѣ.
Д. Н. Соколовъ—въ Семакинѣ.
Г. Л. Стадниковъ—въ Москвѣ.
В. В. Станчинскій—въ Москвѣ.
Д. П. Сырейщиковъ—въ Москвѣ.
Н. І. Фененко—въ Кременчугѣ.
В. Г. Хименковъ—въ Москвѣ.
В. В. Челинцевъ—въ Москвѣ.

Въ отчетномъ году Общество утратило 10 членовъ, а именно скончались:

а) почетные члены:

Prof. *S. Cannizaro*—въ Римѣ.
Prof. *Dr. A. Dohrn*—въ Неаполѣ.
А. И. Кронебергъ—въ Москвѣ.

б) дѣйствительные члены:

Dr. *A. Agassiz*—въ Кэмбриджѣ въ Америкѣ.
Prof. *Ed. Van-Beneden*—въ Люттихѣ.
Ѳ. К. Лоренцъ—въ Москвѣ.

Rich. B. Sharpe—въ Лондонѣ.
Prof. *G. K. Schiaparelli*—въ Миланѣ.
А. П. Соколовъ—въ Ст. Петербургѣ.
Н. А. Цабель—въ Москвѣ.

Чувство глубокой горести вызвала кончина дѣятельнаго и самоотверженнаго сотрудника Общества Александра Ивановича *Кронеберга,* скончавшагося въ октябрѣ 1909 г., послѣ продолжительной болѣзни. Александръ Ивановичъ состоялъ дѣйствительнымъ, а затѣмъ почетнымъ членомъ Общества въ теченіе 30 лѣтъ, изъ коихъ 21 годъ несъ обязанности библіотекаря, а съ декабря 1898 г. и второго редактора. Его трудами библіотека Общества, состоящая изъ 75000 томовъ, была приведена въ порядокъ и было положено начало составленію ея каталога. Лично имъ былъ составленъ весьма цѣнный систематическій каталогъ монографій, имѣющихся въ библіотекѣ. Желая сохранить память о его свѣтлой и благородной личности, Общество постановило помѣстить въ своей библіотекѣ портретъ Александра Ивановича. Вдова покойнаго, Вѣра Васильевна *Кронебергъ* принесла въ даръ Обществу прекрасно выполненный поясной портретъ почившаго, и Общество выражаетъ ей здѣсь свою глубокую признательность.

Общество нынѣ состоитъ изъ 87 почетныхъ, 520 дѣйствительныхъ членовъ и 47 членовъ-корреспондентовъ, а всего въ его составъ входитъ 654 члена.

Въ отчетномъ году были произведены выборы нѣкоторыхъ членовъ дирекціи Общества, а именно—одного секретаря, одного члена Совѣта, второго редактора, библіотекаря, казначея и трехъ хранителей предметовъ, за истеченіемъ срока полномочій лицъ, занимавшихъ эти должности.

На слѣдующее трехлѣтіе были избраны:

а) Секретаремъ—*Э. Е. Лейстъ.*
б) Членомъ Совѣта—*В. Д. Соколовъ.*
в) Вторымъ редакторомъ—*М. М. Новиковъ.*
г) Библіотекаремъ—*М. М. Новиковъ.*

д) Хранителями предметовъ—*М. И. Голенкинъ, М. В. Павлова* и *П. П. Сушкинъ.*

Такимъ образомъ, дирекція Общества нынѣ состоитъ изъ слѣдующихъ лицъ:

Президентъ—заслуженный профессоръ *Н. А. Умовъ.*

Вице-Президентъ—заслуженный профессоръ *А. П. Сабанѣевъ.*

Секретари—профессоръ *Э. Е. Лейстъ* и приватъ-доцентъ *А. В. Павловъ.*

Члены Совѣта—заслуженный профессоръ *А. П. Павловъ* и *В. Д. Соколовъ.*

Редакторы—заслуженный профессоръ *М. А. Мензбиръ* и приватъ-доцентъ *М. М. Новиковъ.*

Библіотекарь—приватъ-доцентъ *М. М. Новиковъ.*

Хранители предметовъ — профессоръ *В. И. Вернадскій*, профессоръ *М. И. Голенкинъ, М. В. Павлова* и приватъ-доцентъ *П. П. Сушкинъ.*

Казначей—приватъ-доцентъ *В. А. Дейнега.*

Развивши въ теченіе столѣтняго существованія научную дѣятельность, своимъ значеніемъ и размѣрами открывшую ему широкое общеніе съ выдающимися учеными учрежденіями и лицами во всѣхъ странахъ, Общество вынуждено было въ послѣдніе годы сокращать ее за недостаткомъ средствъ въ явный ущербъ своимъ задачамъ и достоинству. Это сокращеніе коснулось изданій Общества, которыя, благодаря своему научному содержанію, дали возможность, путемъ обмѣна, составить богатѣйшую въ Европѣ библіотеку по естествознанію. Общество упразднило расходы по экспедиціямъ и экскурсіямъ, преслѣдующимъ важную цѣль изученія природы нашего отечества; оно не имѣло возможности производить расходы по пособіямъ научнымъ изслѣдованіямъ, какъ это дѣлаютъ въ настоящее время подобныя же учрежденія Европы.

Для возстановленія своей дѣятельности въ размѣрахъ, соотвѣтствующихъ современнымъ требованіямъ, предъявляемымъ

естественно-историческимъ обществамъ, Общество ходатайствовало черезъ Министерство Народнаго Просвѣщенія передъ законодательными учрежденіями Имперіи объ увеличеніи размѣра ежегоднаго пособія отъ правительства.

Несмотря на всѣ сокращенія, Общество переходило ежегодно съ долгомъ свыше 3.500 р. Оно не имѣло средствъ осуществить предположенныя юбилейныя изданія ко времени чествованія своего столѣтняго юбилея въ 1905 г., отложеннаго по обстоятельствамъ времени. Юбилей этотъ представляетъ важное событіе въ исторіи естествознанія въ Россіи, тѣсно связанной съ исторіей Общества, почему разработка архивовъ Общества имѣла бы большое значеніе. Для покрытія накопившагося долга, выполненія хотя бы части юбилейныхъ работъ и приведенія въ порядокъ своей библіотеки, Общество испрашивало въ томъ же порядкѣ единовременное пособіе въ 5000 рублей. Свое ходатайство Общество подкрѣпило исторической запиской о своей дѣятельности, которая была разослана членамъ законодательныхъ учрежденій Имперіи. Ходатайство Общества увѣнчалось успѣхомъ. Чрезъ г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа Общество извѣщено о **Всемилостивѣйшемъ** утвержденіи **Его Императорскимъ Величествомъ Государемъ Императоромъ** слѣдующаго законопроекта:

На подлинномъ Собственною **Его Императорскаго Величества** рукою написано:

«БЫТЬ ПО СЕМУ».

Въ Балтійскомъ Портѣ,
на яхтѣ „Штандартъ"
14 іюня 1910 г.

Скрѣпилъ: Государственный Секретарь *Макаровъ.*

Одобренный Государственнымъ Совѣтомъ и Государственною Думою Законъ объ отпускѣ изъ средствъ государственнаго казначейства дополнительнаго пособія Императорскому Московскому Обществу Испытателей Природы.

I. Отпускать изъ средствъ государственнаго казначейства, начиная съ 1911 года, по двѣ тысячи шестьсотъ сорокъ три рубля въ годъ въ дополненіе къ отпускаемымъ нынѣ въ пособіе Императорскому Московскому Обществу Испытателей Природы суммамъ.

II. Отпустить изъ средствъ государственнаго казначейства въ 1910 году пять тысячъ рублей на расходы по изданію научныхъ трудовъ, устройству библіотеки и размѣщенію коллекцій означеннаго въ отдѣлѣ I общества, съ отнесеніемъ сего расхода на счетъ возможныхъ сбереженій отъ назначеній по Министерству Народнаго Просвѣщенія по государственной росписи расходовъ на 1910 годъ.

Предсѣдатель Государственнаго Совѣта (подп.) *М. Акимовъ.*

Съ подлиннымъ вѣрно:

За Статсъ-Секретаря (скр.) подп. неразб.

Такимъ образомъ Общество въ теченіе послѣдующихъ лѣтъ будетъ получать ежегодную правительственную субсидію въ увеличенномъ размѣрѣ и сверхъ того ожидаетъ въ началѣ будущаго года единовременно 5000 рублей на покрытіе долговъ по печатанію изданій и необходимыхъ расходовъ по библіотекѣ. Общество съ чувствомъ высокаго удовлетворенія отмѣчаетъ сказавшіяся въ этомъ актѣ **Высочайшее** вниманіе и оцѣнку Законодательными Учрежденіями Имперіи его вѣковой дѣятельности.

Денежныя средства, которыми въ отчетномъ году располагало Общество, состояли: изъ суммы, ежегодно отпускаемой ему въ пособіе Правительствомъ, въ размѣрѣ 4.857 руб.; изъ членскихъ взносовъ и платы за дипломы, составившихъ 308 р.; изъ суммы, вырученной отъ продажи изданій Общества, въ размѣрѣ 40 руб.; изъ % съ запаснаго капитала, въ размѣрѣ 72 руб. 68 коп. Отъ д. чл. Общ. *В. В. Аршинова,* на уплату вознагражденія лицу, приглашенному для занятій по библіотекѣ Общества, поступило 360 руб. Большая часть этихъ средствъ израсходована на изданія Общества и лишь сравни-

тельно небольшая шла на жалованье служащимъ при Обществѣ, на почтовые, канцелярскіе и другіе расходы.

Запасный капиталъ Общества, образуемый изъ пожизненныхъ взносовъ его членовъ, состоитъ изъ 1.900 рублей въ %% бумагахъ и наличными 22 руб. 63 коп.

Принадлежащій Обществу капиталъ на премію имени покойнаго президента Общества, *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ,* нынѣ состоитъ: изъ 4.000 руб. въ %% бумагахъ и наличными 563 руб. 81 коп.

Принадлежащій Обществу капиталъ на премію имени покойнаго президента Общества, *К. П. Ренара,* въ настоящее время состоитъ: изъ 3.200 руб. въ %% бумагахъ и наличными 246 руб. 43 коп.

Хранящійся при Обществѣ капиталъ имени *С. М. Переяславцевой* нынѣ состоитъ: изъ 500 руб. въ %% бумагахъ и наличными 15 руб. 93 коп.

По **Высочайше** разрѣшенной всероссійской подпискѣ на составленіе капитала основателя Общества *Г. П. Фишера фонъ Вальдгейма* поступило 50 руб. 96 коп.

Въ теченіе отчетнаго года Общество получило въ даръ и въ обмѣнъ на свои изданія 4.168 томовъ книгъ и журналовъ, въ числѣ которыхъ имѣется не мало цѣнныхъ и рѣдкихъ изданій. Обладая одной изъ обширнѣйшихъ библіотекъ въ Россіи, состоящей изъ періодическихъ изданій и монографій по всѣмъ отраслямъ естествознанія на русскомъ и иностранныхъ языкахъ, Общество, какъ и прежде, въ опредѣленные дни предоставляло пользоваться ею не только своимъ членамъ, но и постороннимъ лицамъ, которыя допускаются къ чтенію книгъ и журналовъ въ помѣщеніе библіотеки подъ условіемъ рекомендаціи ихъ кѣмъ-либо изъ членовъ Общества.

1910.

Livres offerts ou échangés durant l'année 1910.

I. Journaux hollandais.

Aanteckeningen van het Verhandelde in de Seclie-Vergaaderingen van het Provinc. Utrechtsch Genvotschap van Kunsten en Wetenschappen. *Utrecht*, in 8°. 1910.

Archief, uitgegevendoor de Zeenwsch Genvotschap der Wetenschappen. *Middelburg,* in 8°. 1909.

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. La *Haye*, in 8°. 1910, Série 2, T. XV, livr. 1—2.

Archives du Musée Teyler. *Haarlem*, in 8°. 1910, Série 2, Vol. XII, part. 1.

Berichten, Entomologische, uitg. door de Nederlandsche Entomologische Vereeniging. 1909—1910, Deel III, № 49—54.

Bulletin du Département de l'agriculture aux Indes Néerlandaises. *Buitenzorg,* in 8°. 1909, № XXVII—XXXII; 1910, № XXXIII—XLII.

Jaarbock van de Kon. Akademie van Wetenschappen. *Amst.*, in 8°. 1909, 1910.

Jaarbock van het Departement van Landbouw in Nederlandsch-Indie. in 8°. 1908—1909.

Mededeelingen uit van det Departement van Landbouw. *Batavia*, in 8°. 1909, № 9.

Observations made at the Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. *Utrecht*, fol. 1910, Appendix to Vol. XXX; Vol. XXX—1907 (1910).

Proceedings of the Section of Sciences. *Amsterdam*, in 8°. 1909—1919, Vol. XII, p. 1, 2.

Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais. *Nimègue*, in 8°. 1909, Vol. V, livr. 2—4; Vol. VI.

Regenwaarneemingen in Nederlandsch-Indie. *Batavia*, in 8°. 1909, 1908, Deel I—II.

Tijdschrift voor Entomologie, uitgeg. door de Nederl. Entomologische Vereeniging. S'*Gravenhage*, in 8°. 1909, LII, № 3—4; 1901, LIII, № 1—2.

Tijdschrift der Nederl. Dierkundige Vereeniging. *Leiden*, in 8°. 1909, Ser. 2, Deel. XI, Afl. 2, 3, 4; Register 1875—1908 (1909).

Verhandelingen der Kon. Akademie van Wetenschappen (Natuurkunde). *Amsterdam*, in 4°. 1910, Deel. XV, № 2; 1910, Deel. XVI, № 1—3.

Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akademie van Wetenschappen. *Amsterdam*, in 8°. (Natuurkunde). 1909—1910, Deel. 1, 2.

II. Journaux danois, suédois et norvégiens.

Aarbog Bergens Museums. *Bergen*, in 8°. 1909—1910, Heft. 3; 1910. Heft. 1, 2.

Aarbog, Meteorologisk. *Kjöbenhavn*, fol. 1910, 1907; 1908; 1909.

Arsbok K. Svensca Vetenskapsakademiens. *Stockholm*, in 8°. 1909.

Acta Universitatis Lundensis. *Lund*, in 4°. 1906, Register T. I—XL, 1864—1904; 1909, Bd. V.

Arbeiten aus dem Zootomischen Institut der Universität. *Stockholm*, in 8°. 1910, Bd. VII.

Arsberetning, Tromsö Museums. *Tromsö*, in 8°. 1910, 1908.

Arshefter, Tromsö Museums. *Tromsö*, in 8°. 1909—1910, XXX—1907.

Arkiv för Kami, Mineralogi och Geologi. *Stockholm*, in 8°. 1909, Bd. III, H. 3—5.

Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik. *Stockholm*, in 8°. 1909, Bd. V, H. 1—4; 1910, Bd. VI, H. 1.

Arkiv för Zoology. *Stockholm*, in 8°. 1908, Band V, H. 4; 1910, Bd. VI, H. 1—4.

Arkiv för Botanik. *Stockholm*, in 8°. 1909, Bd. IX, H. 1—4.

Bihang til Kongl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handlingar. *Stockh.*, in 4°. 1908, 1906—1907.

Bulletin of the Geological Institution University of Upsala. *Ups.*, in 8°. 1910, Vol. IX; 1908—1909, №№ 17, 18; 1910, Vol. X, № 19—20; Index Vol. I—X, 1893—1910.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'université d'Upsal. *Ups.*, in 4⁰. 1909—1910, Vol. XLI.

Bulletin Statistique des pêches maritimes. *Copenhague*, in 4⁰. 1910, Vol. IV—1907.

Bulletin trimestrial des résultats acquis. Conseil permanent international pour l'exp. de la mer. *Copenhague*, in 4⁰. 1910, P. I, Juillet 1908—Juin 1909.

Forhandlinger, Geologiska Föreninger. *Stockholm.* 1910, Bd. XXXI, XXXII.

Handlinger, Kon. Vetenskaps Akademiens. *Stockholm*, in 8⁰ u. 4⁰. 1909, Bd. XLIV, № 1—5; Bd. XLV—1909, № 1—7.

Lefnadsteckningar Kong. Svenska vetenskaps Akademiens. *Stockholm*, in 8⁰. 1909, Bd. IV, H. 4.

Meddelelser om Grönland. *Kjobenhavdn*, in 8⁰. 1909, XXVIII, Abt. 2; 1910, XXXIV, XXXV; Bd. XLIV—1910, № 1—3; XLV, № 1—3.

Meddelanden K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut. *Stockholm,* in 8⁰. 1908, Bd. I, № 12, 14, 15.

Meddelelser, Videnskabelige, fra den naturhistoriske Forening i *Kjöbenhavn.* in 8⁰. Aarh. 1909 (1910).

Mémoires de l'Académie Royale de *Copenhague*, in 4⁰. 1909, T. V, № 3; T. VI, № 4; T. VIII, № 1—3.

Meteorol gisk Jakttagelser i sverige. *Stokholm*, in 4⁰. 1908, Vol. Z; 1909, Vol. ZI.

Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. *Kristiania*, in 8⁰. 1909, Bd. XLVII, H. 3, 4; Bd. XLVIII— 1910, H. 1—4.

Oversigt over det Kong. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger. *Kjobenhavn*, in 4⁰ et 8⁰. 1909, № 4—6; 1910, № 1—3.

Publications de Circonstance. Conseil permanent international pour l'explor. de la mer. *Copenhague,* in 8⁰. 1909, № 48—51.

Rapports et procès-verbaux de réunions. *Copenhague*, in 4⁰. 1910, Vol. XII (1908—1909).

Tidskrift, Entomologisk, utgifr. af Entomologiska Föreningen. *Stockh.*, in 8⁰. 1909, H. 1—4.

Undersogelse Danmarks Geologiske. *Kjobenhavn*, in 8⁰. 1909, Rackke II, № 20, 23.

III. Journaux anglais et américains.

Annals of the Carnegie Museum. *Pittsburg*, in 8⁰. 1909, Vol. V, № 4; Vol. VI, № 1—4.

Annals of the New-York Academie of Sciences. *New-York*, in 8⁰. 1909, Vol. XIX, p. 1—3.

Annals of the South African Museum. *London*, in 8⁰. 1910, Vol. V, p. 8.

Bulletin U. S. Department of Agriculture, Biological Survey. *Washington*, in 8⁰. 1900, № 35.

Bulletin University of California. *Berkeley*, in 8⁰. 1910, Vol. III, № 8.

Bulletin of the American Museum of Natural History. *New-York*, in 8⁰. 1909, Vol. XXVI; 1910, Vol. XXVII.

Bulletin of the Geological Society of America. *N.-York*, in 8⁰. 1908, Vol. XIX; 1910, Vol. XXI, № 3.

Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences. *Buffalo*, in 8⁰. 1909, Vol. IX, № 3.

Bulletin of the Museum Brooklyn Institute of Arts and Sciences. *Brooklin*, in 8⁰. 1910, Vol. I, № 17.

Bulletin of the Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Medic. Cincinnati, *Ohio*, in 8⁰. 1910, № 2.

Bulletin of the Wilson Ornithological Club. *Oberlin*, *Ohio*, in 8⁰. 1909, Vol. XXI, № 2—4. 1910, Vol. XXII, №1, 2.

Bulletin of Research of the State University Oklahoma. *Norman*, in 8⁰. 1909, № 1—3.

Bulletin of the Geographical Society of Philadelphia. *Philadelphia*, in 8⁰. 1910, Vol. VIII, № 1—4.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harward College. *Cambridge*, in 8⁰. 1909, Vol. LII, № 11, 12, 14—17; 1910, Vol. LIV, № 1.

Bulletin of the New-York State Museum of Nat. History. *Albany*, in 8⁰. 1909, № 132—135; 1910, № 136—139, 141.

Bulletin of the Scientific Laboratories of Denison University. *Grandville*, in 8⁰. 1909, Vol. XIV.

Bulletin of the N.-York Botanical Garden. *New-York*, in 8⁰. 1910, Vol. XVII, № 24.

Bulletin of the Torrey Botanical Club. *New-York*, in 8⁰. 1909, Vol XXXVI, № 12; 1910, Vol. XXXVII, № 1—11.

Bulletin of the Chicago Academy of Sciences. *Chicago*, in 8⁰. 1909, Vol. III, № 1, 2.

Bulletin of the U. S. Geological Survey Department of the Interior. *Washington*, in 8⁰. 1909, №№ 341, 360, 370, 373—375, 377, 379, 386, 389, 390—393, 395—399, 400—401, 403—414, 415—424, 428.

Bulletin Smithsonian, Institution Bureau of American Ethnology. *Washington*, in 8⁰. 1909, №№ 38, 39, 41—43.

Bulletin Smithsonian Instit. Un. St. National Museum. *Washington*, in 8⁰. 1910, № 71.

Bulletin of the U. S. National Museum. *Washington*, in 8°. 1909, №№ 63, 65, 66, 68, 69, 72.

Bulletin of the Public Museum of the City of Milwauke. *Milwaukee*, in 8°. 1910, Vol. I, Art. 1.

Bulletin of the Wisconsin Natural History Society. *Milwaukee*, in 8°. 1909, Vol. VII, № 3—4; 1910, Vol. VIII, № 1—3.

Bulletin of the Geological Society of America. *New-York*, in 8°. 1910, Vol. XX, № 1; 1910, Vol. XXI, № 1—2.

Circulars (John Hopkins University). *Baltimore*, in 8°. 1909, № 8, 9; 1910, № 1—4.

Contributions U. S. National Herbarium. Smiths. Instit. *Washington*, in 8°. 1909, Vol. XII, p. 10; Vol. XIII, p. 1—5; XIV, p. 1—1910.

Contributions Bureau of British Marine Biology. *London*, in 8°, 1919, Sezs 2, № 3.

Entomologist (the Canadian). *London*, in 8°. 1909, Vol. XLI, № 12; 1910, Vol. XLII, № 2—11.

Engineer, the Illuminating. *London*, in 8°. 1910, Vol. III, № 1—12.

Gazette, the Botanical. *New-York*, in 8°. 1909, Vol. XLVIII, № 6; 1910, Vol. XLIX, № 1—5.

Journal (American) of Sciences. *New-Haven*, in 8°. 1910, Vol. XXIX, № 169—170.

Journal (American Chemical). *Baltimore*, in 8°. 1909, Vol. XLII, № 2—6; 1910, Vol. XLIII, № 1—5.

Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. *Phil.*, in 4°. 1909, Vol. XIV, p. 1.

Journal and Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. *Calcutta* and *London*, in 8°. 1908, Vol. IV, № 5—11; 1909, Vol. LXXIV, p. 4.

Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society. *Raleigh*, in 8°. 1909, Vol. XXV, № 3, 4; 1910, Vol. XXVI, № 1, 2.

Journal of the American Museum. *New-York*, in 8°. 1909, Vol. IX, № 8; 1910, Vol. X, № 1—8.

Journal of the New-York Microscopical Society. *New-York*, in 8°. 1910, p. 3, № 196.

Journal of Geology. *New-York*, in 8°. 1909, Vol. XVII, № 3, 5, 6, 8; 1910, XVIII, № 1—3.

Journal, the Astrophysical. *New-York*, in 8°. 1909, Vol. XXX, № 5; 1910, XXXI, № 1—4.

Journal, the Botanical. *London*, in 8°. 1910, Vol. I, № 1.

Journal of the Linnean Society. *London*, in 8°. 1909, Zoology: Vol. XXX, № 200—206; 1910, Vol. XXXI, № 207; Botany: 1910, Vol. XXXIX, № 272.

Journal (Quarterly) of the Geological Society of London. in 8⁰. 1909, Vol. XLV, № 260; 1910, Vol. LXVI, № 261—264.

Journal of the R. Microscopical Society. *London* and *Edinb.*, in 8⁰. 1909, № 193, p. 6; 1910, № 194, p. 1; 195, p. 2; № 197, p. 4; № 198, p. 198.

Journal of the Ceylon Branch of the R. Asiatic Soc. *Colombo*, in 8⁰. 1910, Vol. XXI, № 62.

Journal, of the Philippine, of Sciences. *Manila*, in 8⁰. 1909, Vol. IV, № 5—6; 1901, Vol. V, № 1, 3, 4.

Journal Victorian Geographical Society of Australasia, in 8⁰. 1908—1909, Vol. XXVI, XXVIII.

Maryland Geological Survey. *Baltimore*, in 8⁰. 1908, Vol. VII; 1909, Vol. VIII.

Maryland Weather Service. *Baltimore*, in 8⁰. 1910, Vol. III.

Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. *Cambridge and Boston*, in 4⁰. 1909, Vol. XXVII, № 3.

Memoirs of the Australian Museum. *Sydney*, in 8⁰. 1910, Vol. IV, p. 12.

Memoirs Canada Department of Mines, Geol. Survey Branch. *Ottawa*, in 8⁰. 1910, Vol. III, p. 5.

Memoirs of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. *N. Haven*, in 4⁰. 1909.

Memoirs of the Carnegie Museum. *Pittsburg*, in 4⁰. Vol. IV, № 4, 5.

Memoirs of the Asiatic Society of Bengal. *Calcutta*, in 4⁰. 1909, Vol. II, № 1—9.

Memoirs of the Geological Survey of India. *Calcutta*, in 8⁰. 1909, Serie XV, Vol. VI, № 2; 1910, Vol. IV, fasc. 2; New Series, Vol. III—1909, № 1.

Memoirs of the Geological Survey of India. *Calcutta*, in 8⁰. 1909, Vol. XXXVIII, p. IV; 1910, XXXVIII.

Memoirs of the Litterary a. Philosophical Society of Manchester. *Manch.*, in 8⁰. 1909—1910, Vol. LIV, p. 1—3.

Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harward College. *Cambridge*, in 4⁰. 1909, Vol. XXXIV, № 3; 1910, Vol. XL, № 1; XLI, № 1, 2.

Memoirs of the American Museum of Natural History. *New-York*, in 4⁰. 1909, Vol. VIII, p. 2; 1910, Vol. IX, p. 6; Vol. XII, p. 1; Vol. XIII. p. 1.

Naturalist, the Ohio. *Ohio*, 8⁰. 1910, Vol. X, № 1—8.

Naturalist the Glasgow. *Glasgow*, in 8⁰. 1909, Vol. I, p. 1—4; 1910, Vol. II, p. 1—4.

Nature. *London* and *New-York*, in 4⁰. 1909, Vol. LXXX, №№ 2062—2063; Vol. LXXXI, №№ 2071, 2073; 1910, Vol. LXXXII, №№ 2094—2097; 2099—2126, 2128—2147.

Papers, Occasional, of the Boston Society of Natural History. *Boston*, in 8⁰, 1909, Vol. VII.

Papers, Anthropological, of the American Museum of Natural History. *New-York*, in 8⁰. 1909, Vol. IV, p. 1; 1910, Vol. V, p. 1; VI, p. 1.

Papers, Professional, Dep. Inter. Un. St. Geological Survey. *Washing.*, in 4⁰. 1909, № 64—67.

Papers Scientific G. H. Darwin. *Cambridge*, in 4⁰. 1907—1910, Vol. I—III.

Papers, Water-Supply, U. S. Geological Survey. *Washington*, in 8⁰. 1909, №№ 221, 223, 224, 227—236, 238, 241—245, 248, 249, 252.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. *Philadelphia*, in 8⁰. 1909, Vol. LXI, p. 2, 3; 1910, Vol. LXII, p. 1.

Proceedings of the Agricultural and Horticultural Society of India. *Calcutta*, in 8⁰. 1909, January—June; Jule—Decemb. 1909; Jannary—June 1910.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. *Bost.* and *Cambr.*, in 8⁰. 1909, Vol. XLIV, № 26; 1910, Vol. XLV, № 1—20.

Proceedings of the American Philosophical Society held at Philadelphia for promoting useful knowledge. *Philadelphia*, in 8⁰. 1909, Vol. XLVIII, № 192, 193; 1910, Vol. XLIX, № 194—196.

Proceedings of the Boston Society of Nat. History. Annual of the Boston Society of Nat. History, in 8⁰. 1909—1910, Vol. XXXIV, № 5—8.

Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. *Cambridge*, in 8⁰. 1910, Vol. XV, p. 4, 5, 6.

Proceedings of the Davenport Academy of Nat. Sciences. *Davenport*, in 8⁰. 1909, Vol. XII, pp. 95—222.

Proceedings of the Californian Academy of Nat. Sciences. *S.-Francisco*, in 8⁰. 1909, Vol. III, pp. 49—72.

Proceedings the economic of the Royal Dublin Society. *Dublin*, in 8⁰. 1910, Vol. II, № 1, 2; Index 1898—1909.

Proceedings (Scientific) of the R. Dublin Society. *Dublin*, in 8⁰. 1910, Vol. XII, № 24—36.

Proceedings of the Indiana Academy of Science. *Indianopolis*, in 8⁰. 1909, 1908.

Proceedings of the Linnean Society of London. *London*, in 8⁰. 1910, Novembre 1909 to June 1910.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. Wales. *Sydney*, in 8⁰. 1908, Vol. XXXIII (№ 130), p. 2; (№ 131), p. 3; (№ 132), p. 4.

Proceedings and Transactions of the Liverpool Biological Society. *Liverpool*, in 8⁰. 1910, Vol. XXIV.

Proceedings of the *Liverpool* Geological Society. in 8⁰. 1909, Vol. X, p. 5; 1910, Vol. XI, p. 1.

Proceedings of Yorkshire Geological and Polytechnical Society. *Halifax*, in 8⁰. 1909, Vol. Vol. XVII, p. 1.

Proceedings of the Royal Society of London. *London*, in 8⁰. 1909, Series B. Vol. LXXXII, № 552—555; 1910, № 558—560; Vol. LXXXIII, Series B. № 561, 562.

Proceedings (and Transactions) of the Royal Society of Canada. *London*, in 4⁰. 1908, Serie 3, Vol. II, 1909, Vol. III.

Proceedings of the Royal Society of *Edinburgh*, in 8⁰. 1909—1910, Vol. XXX, p. 1—6.

Proceedings of the Physical Society of Edinburgh. *Edinburgh*, in 8⁰. 1910, Vol. XVIII, № 1, 2.

Proceedings of the Royal Irish Academy. *Dublin*, in 8⁰. 1909—1910, Vol. XXVIII, № 1—8.

Proceedings (and Transactions) of the Nova-Scotia Institute of Nat. Science. *Halifax*, in 8⁰. 1910, Vol. XII, 1907—1908, part 2.

Proceedings of the Colorado scientific Society. *Denver*, in 8⁰. 1909, Vol. IX, pp. 159—402.

Proceedings of the U. S. National Museum. *Washington*, in 8⁰, 1909, Vol. XXXVI.

Proceedings of the Biological Society of Washington. *Washington*, in 8⁰. 1909, Vol. XXII, pp. 205—218; 1910, Vol. XXIII, pp. 1—22, 35—154.

Proceedings of the Portland Society of Natural History. *Portland*, in 8⁰. 1909, Vol. II, p. 8.

Proceedings of the Zoological Society of London. *London*, in 8⁰. 1910, part 1—4.

Proceedings of the Washington Academy of Sciences. *Washington*, in 8⁰. 1909, Vol. XI.

Proceedings of the R. Society of Victoria. *Melbourne*, 1909, Vol. XXI, p. 2; 1910, Vol. XXII, part. 2; 1910, Vol. XXIII, p. 1.

Publications of the Manchester Museum. Sydney. *Manchester*, in 8⁰. 1910, № 67—69.

Publications of the Carnegie Museum. *Pittsburg*, in 8⁰. 1911, № 61.

Publications of the University of *Chicago*, in 4°. 1903—1904, Vol. IV—X.

Publications of the Ethnological Survey, Department of the Interior. *Manila*. 1905, Vol. IV, p. 1.

Publications of the Alleghany Observatory of the University of *Pittsburgh*, in 4°. Vol. I, № 20—23; Vol. II, № 1—3, 5—8.

Publications of the University of California. *Berkeley*, in 8°. Geology: 1909, Vol. V, № 18—22; 1910, № 23—29; American Archaeology and Ethnology: 1909, Vol. V, № 3, 4; Vol. VII—1909, № 4, 5; Vol. VIII, № 5; Vol. IX—1910, № 1; Zoology: 1909, Vol. V, № 4, 5, 8—12; Vol. VI—1909, № 3—9; Vol. VII—1910, № 1; Physiology: 1909—1910, Vol. III, № 15, 16, 21; Botany: 1907—1909, Vol. III; 1910, Vol. IV, № 1—5.

Publications Field Museum of Natural History. *Chicago*, in 8°. 1910, Vol. VII, № 9, 10; Zoology Series: Vol. IX—1909; Vol. X, № 1—3; Anthropological Ser.: 1909, Vol. VII, № 3; Botanical Ser.: 1909, Vol. II, № 7; Ornithological Ser.: 1909, Vol. I, № 5; Report Series: 1910, Vol. III, № 4.

Records of the Australian Museum. *Sydney*. 1910, Vol. VII, № 5.

Rapport sommaire de la commission géologique. *Ottawa*, in 8°. 1906, l'Année—1906; 1909 l'Année—1907; Cartes № 965.

Record Experiment Station U. St. Depart. of Agriculture. *Washington*, in 8°. 1909, Vol. XX, № 7—8; Vol. XXII, № 1—5, 7—8; 1910, Vol. XXIII, № 1—5; 1910, Index Vol. XXII, Index Vol. XXIII.

Record (the Meteorological). *London*, in 8°. 1908, Vol. XXIX, № 115, 116; 1910, Vol. XXX, № 117, 118.

Record of the University of California, Chronicle. *Berkeley*, in 8°. 1909, Vol. XI, № 3, 4; 1910, Vol. XII, № 1, 2.

Records of the Geological Survey of N. South Wales. *Sydney*, in 4°. 1909, Vol. IX, p. 1.

Record of the University of Cincinnati. *Ohio*, in 8°. 1909, Vol. VI, № 3, 5, 6, 8, 9; Catalogue 1909—1910.

Records of the Geological Survey of India. *Calcutta*, in 8°. 1909, Vol. XXXVIII, p. 3—4; 1910, Vol. XXXIX.

Report of Magnetic Survey of South Africa. *London*, in 4°. 1909.

Report of the South African Museum. *Cape Town*, in 4°. 1910, Dec. 31 st. 1909.

Report (and Proceedings) of the Belfast Natural History and Philosophical Society. *Belfast*, in 8°. 1910—1908—1909.

Report of the British Association for the advancement of Sciences. *Lond.*, in 8°. 1910—1909.

Reports to the Evolution committee. *London*, in 8⁰. 1909, T. V.

Report of Trustees of the Australian Museum. in 4⁰. 1909, June 1909.

Report (Annual) of the Director of Forestry of the Philippine Islands. *Manila*, in 8⁰. 1909, July 1—1908, to June 30—1909.

Report of the Progress and Conditions of the Botanical Garden and Government Plantations. *Adelaide*, in 4⁰.

Report of the twelth Meeting of the Australasian Association for the Advancement of science. *Brisbane*, in 8⁰. 1910.

Report (Annual) of the Department of Mines, New South Wales. *Sydney*, in 4⁰. 1910—1909.

Report (Annual) of the State Museum of New-York. *Albany*, in 8⁰. 1909, 1908, Vol. I—IV. (См. В. II, № 56, стр. 101.)

Report (Annual) of the Entomological Society of Ontario. *Toronto*, in 8⁰. 1910, 1909.

Report (Annual) of the board of Regents of Smithsonian Institution. *Washington*, in 8⁰. 1909, 1908.

Report (Annual) of the Board of Directors of the Zoological Society. *Philadelphia*, in 8⁰. 1910 April 28.

Report, Second Biennial, Louisiana State Museum. *New-Orleans*, in 8⁰. 1910, April 1908; March 1910.

Report Summary of the Geological Survey Branch Departm. of Mines. *Ottawa*, in 8⁰. 1909, № 1120.

Report eleventh of the Michigan Academy of Science. in 8⁰. 1909, № 3, 4.

Report on the Progress of Agriculture in India. *Calcutta*, in 4⁰. 1909, 1907—1909.

Report (Annual) of the Curator of the Museum of Comp. Zool. at Harward C. *Cambridge*, 1909, 1908—1909.

Report (Annual) of the Missouri Botanical Garden. *St. Louis*, in 8⁰. 1909, Vol. XX.

Report (Annual) of the Trustees of the American Museum of Natural History. *N.-York*, in 8⁰. 1910, 1909.

Report (Annual) of the Board of Trustees of the Public Museum. *Melwaukee*. 1910, Sept. 1908 to August 1909.

Report of the Chief of the Weather Bureau. *Washington*, in 4⁰. 1909, 1907—1908.

Resources (Mineral) of the United States. *Washington*, in 8⁰. 1908, Part. 1, 2.

Review (Monthly) Weather. *Washington*. in 4⁰. 1909, Vol. XXXVII, № 4—6.

Smithsonian Institution U. St. National Museum. *Washington*, in 8⁰. 1909, № 67.

Smithsonian Miscellaneous Collections. *Washington,* in 8⁰. 1910, Vol. LI, № 4; LII, № 4; LIII, 6, 7; 1909, Vol. LIV, № 1—7; 1910, Vol. LVI, № 1—10; LVII, № 1.

Studies Tufts College. in 8⁰. 1909, Vol. II, № 3; 1910, Vol. III, № 1.

Studies University of Cincinnati. *Cincinnati,* in 8⁰. 1909, Series 2, Vol. V, № 3—4; 1910, Vol. VI, № 1, 2.

Studies of Toronto University. *Toronto,* in 8⁰. 1909, Geological Series № 6—8.

Spolia Zeylonica issued by the Colombo Museum Ceylon. *Colombo,* in 8⁰. 1910, Vol. VII, p. 25.

Survey, Natural History. *Chicago,* in 8⁰. 1909, Bull. № 7, part. 1.

Survey Geological Branch, Department of Mines, Canada. *Ottawa*, in 8⁰, 1909, № 1073, 1085; Catalogue of Canadian Birds № 973; №№ 1031; 975, 998, 965, 999, 1070, 1058, 1052—1056.

Survey, Geological, Jowa. *Des Maines,* in 8⁰. 1909, Vol. XIX.

Transactions of the Cambridge Philosophical Society. *Cambridge*, in 4⁰. 1910, Vol. XXI, № 10—14, pp. 257—396.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. *New Hawen,* in 8⁰. 1910, Vol. XIV, № 3—5.

Transactions of the Edinburgh Geological Society. *Edinburgh*, in 8⁰. 1910, Vol. IX.

Transactions of the Entomological Society of London. *London*, in 8⁰. 1909—1910, 1909.

Transactions of the Linnean Society of *London,* in 4⁰. 1909, Zoology: Vol. X, part. 9; 1910, Vol. VIII, p. 1—3; Botany: 1909, Vol. VII, p. 13, 14.

Transactions of the Zoological Society of London. *London*, in 4⁰. 1909, XIX—1910, p. 3—5.

Transactions (and Proceedings) of the New Zealand Institute. *Wellington*, n 8⁰. 1909, Vol. XLII.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh. *Ed.*, in 4⁰. 1909, Vol. XLVII, p. 1, 1908—1909.

Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. *Madis.*, in 8⁰, 1909, Vol. XVI, p. 1, № 1—6.

Transactions of the Royal Society of Victoria. *Melbourne*, in 4⁰. 1909, Vol. V, p. 1.

Transactions of the R. Society of South Africa. *Cape Town*, in 8⁰ 1910, Vol. I, p. 2.

Transactions of the Canadian Institute. *Toronto*, in 8°. 1910, Vol. VIII, p. IV, № 19.

Transactions and Proceedings of the Botanical Society. *Edinburgh*, 1909, Vol. XXIV, p. 1.

Transactions of the Royal Society of South Australia. *Adelaide*, in 8°. 1909, Vol. XXXIII.

Transactions of the American Microscopical Society. *Illinois*, in 8°. 1909, Vol. XXIX, № 1.

IV. Journaux français.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. *Bordeaux*, in 8°. 1907—1908, T. LXII; 1909, T. LXIII.

Annales de la Station Limnologique de Besse. *Clermont-Ferrand*, in 8°. 1910, Fasc. 3, 4; T. I—1909; T. II—1910, Fasc. 1.

Annales de la Société Entomologique de France. *Paris*, in 8°. 1908, Vol. LXXVIII—1909 tr. 4; 1910, Vol. LXXIX, tr. 1, 2.

Annales du Bureau Central Météorologique de France. *Paris*, in 4°. 1909, An. 1907 Observ. II; 1909, An. 1905 Mém. I.

Annales de la Société Botanique de Lyon. *Lyon*, in 8°. 1910, T. XXXIV—1909.

Annales de la Société Linnéenne de Lyon. *Lyon*, in 8°. 1903, An. 1902, T. XLIX; 1910, T. LVI.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon. *Lyon*, in 8°. 1909—1908.

Annales de la Société Académique de Nantes. *Nantes*, in 8°. 1908, Série 8, Vol. IX, Sem. 2; X—1909, Sem. 1.

Annales de l'Académie de la Rochelle. *La Rochelle*, in 8°. 1909, T. XI.

Annuaire de l'Université de Toulouse. *Toulouse*, in 16°. 1909, An. 1909—1910.

Archives (Nouvelles) du Muséum d'Histoire Naturelle. *Paris*, in 8°. 1909, T. I, Fasc. 1, 2.

Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et d'Archéologie de L'Ain. *Bourg.*, in 8°. 1909, № 57.

Bulletin de la Société d'Etudes scientifiques d'Angers. *Angers*, in 8°. 1909, An. XXXVIII, 1908.

Bulletin historique et scientifique de l'Auvergne. *Clermont-Ferrand*, in 8°. 1909, № 9, 10; 1910, № 1—8.

Bulletin de la Société Archéologique, Scientifique et Littéraire de Béziers. *Béziers*, in 8⁰. 1909, Série 3, T. VIII, Livr. 1.

Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Béziers. *Béziers*, in 8⁰. 1908, Vol. XXX.

Bulletin de la commission météorologique du Départ. de la Gironde. *Bordeaux*, in 8⁰. 1909, An. 1908.

Bulletin trimestriel de la Société des Sciences Naturelles de Saône-et-Loire. *Chalon-sur-Saône*, in 8⁰. 1909, T. XV, tr. 1—4.

Bulletin de la Société de Borda à Dax. *Dax*. in 8⁰. 1909, Tr. 1—4.

Bulletin de l'Académie Delphinale. *Grenoble*, in 8⁰. 1909, Série 5, T .II. 1908.

Bulletin populaire de la Pisciculture. *Paris*, in 8⁰. 1909, № 5—8.

Bulletin de la Société Zoologique de France. *Paris*, in 8⁰. 1909, T. XXXIV.

Bulletin de la Société Géologique de France. *Paris*, in 8⁰. 1908, T. VIII, Fasc. 7—8; 1909, T. IX, Fasc. 1—4.

Bulletin des Amis des Sciences et Arts de Rochechouart. *Rochechouart*, in 8⁰. 1908, T. XVII, № 11; 1909, T. XVIII, № 1.

Bulletin de l'Institut Océanographique. *Monaco*, in 8⁰. 1910, №№ 153—184.

Bulletin de la Société d'Agriculture (Syndicat Agricole). *Meaux*, in 8⁰. 1909, № 12; 1910, №№ 1, 2, 4, 6, 9, 10.

Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Nimes. *Nimes*, in 8⁰. 1908, T. XXXVI.

Bulletin de la Société Géologique de Normandie. *Havre*, in 8⁰. 1909, T. XXVIII.

Bulletin de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Pau. *Pau*, in 8⁰. 1908, T. XXXVI.

Bulletin de la Société Philomatique de Paris. *Paris*, in 8⁰. 1900, Série, 10, T. I, № 4—6; 1910, T. II, № 1—3.

Bulletin de la Société Française de Minéralogie. *Paris*, in 8⁰. 1909, T. XXXII, № 9; 1910, T. XXXIII, № 1—6.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy.—Bulletin des Sciences de la Société des Sciences de Nancy. *Paris*, in 8⁰. 1909, T. X, Fasc. 1—3.

Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle. *Paris*, in 8⁰. 1909, № 2—7.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. *Paris*, in 8⁰. 1908, № 6; 1909, № 1—4.

Bulletin de l'Académie de médecine. *Paris*, in 8⁰. 1909, Vol. LXII, № 40—43.

Bulletin (Nouveau) des Sciences, publ. par la Soc. Philomatique de *Paris. P.*, in 4°.

Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Naturelles de Reims. *Reims*, in 8°. 1908, T. XVII, tr. 1—4; 1909, T. XVIII, tr. 1, 2.

Bulletin de la Société des Amis des sc. naturelles de Rouen. *Rouen*, in 8°. 1909, Sér. 5, An. XLIV, Sem. 1, 2.

Bulletin de la Murithienne. *Sion*, in 8°. 1909, An. 1906—1908, Fasc. XXXV.

Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Savoie. *Chambéry*, in 8°. 1909, T. XIII, 1907—1908.

Bulletin de la Société Ramond (Explorations Pyrénéennes). *Toulouse*, in 8°. 1908, № 4; 1909, № 1—2.

Bulletin de la Société Scientifique et Médicale de l'Ouest. *Rennes*, in 8°. 1909, T. XVIII, № 1—3.

Bulletin de la Société Philomatique Vosgienne. *St. Dié*, in 8°. 1909, An. XXXIV, 1908—1909.

Bulletin de l'Académie du Var. *Toulon*, in 8°. 1909, LXXVI—1908.

Bulletin des publications nouvelles de la librairie G. Villars et Fls. *P.*, in 8°. 1909, tr. 1—4; 1910, tr. 1—3.

Bulletin de la Société d'agriculture, sciences et arts de la Haute-Saône. *Vésoul*. in 8°. An. 1909.

Bulletin de la Société Polymathique du Morbihan. *Vannes*, in 8°. 1908, fasc. 1, 2.

Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. *Auxerres*, in 8°. 1908, Vol. LXI—1907; 1909, Vol. LXII—1908.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France. *Nantes*, in 8°. 1909, T. IX, Tr. 1—3.

Bulletin Mensuel de l'Académie des Sciences et lettres de Montpellier. *Montpellier*, in 8°. 1910, № 1—10.

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. *Paris*, in 4°. 1908. T. CXLVII.

Comptes-rendus des séances et Mémoires de la Société Biologique. *Paris*, in 8°. 1909, T. LXVII, № 28—30, 32—37; 1910, T. LXVIII, № 1—22; T. LXIX, № 23—28.

Feuilles des Jeunes Naturalistes. *Paris*, in 8°. 1910, №№ 471—482.

Journal de Conchyliologie. *Paris*. in 8°. 1909, Vol. LVII, № 4; 1910, Vol. LVIII, № 1.

Mémoires de la Société Linnéenne du Nord de la France. *Amiens*, in 8°. 1908, T. XII, 1905—1908.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres. *D'Aix*, in 8°. 1908, T. XIX.

Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie. *Caen*, in 4°. 1909, Vol. XXIII, Fasc. 2.

Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de La Creuse. *Gnêret*, in 8°. 1908, T. XI, p. 2; 1909, T. XII, p. 1.

Mémoires de la Société des lettres, sciences et arts de *Bar-le-Duc*. in 8°. 1907, T. V; 1908, T. VI.

Mémoires de l'Académie des sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. *Lyon*, in 8°. 1910, Série 3, T. X.

Mémoires de la Société d'Emulation du Jura. *Lons-le-Saunier*, in 8°. Vol. III, 1903—1904.

Mémoires de la Société Zoologique de France. *Paris*, in 8°. 1909, T. XXI—1908.

Mémoires de l'Académie des sciences, lettres et médecine de Montpellier. *Montpellier*, in 8°. 1908, T. IV, № 1, 2; 1909, T. V, № 2.

Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard. *Montbéliard*, in 8°. 1909, Vol. XXXVI.

Mémoires de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier. *Cette*, in 8°. 1909, Série 10, № 18.

Mémoires de la Société Académique d'agriculture, sciences et arts du Dép. de l'Aube. *Troyes*. in 8°. 1908, T. XLV.

Mémoires de l'Académie de Stanislas. *Nancy*, in 8°. 1909, T. VI, Sér. 6, 1908—1909.

Mémoires de l'Académie des sciences de *Toulouse*, in 8°. 1908, T. VIII, Série 10.

Procès-verbaux des séances de la Société des sciences physiques et naturelles de *Bordeaux*, in 8°. An. 1908—1909.

Rapport Annuel du Conseil de l'Université. *Toulouse*, in 8°. 1909, 1907—1908.

Revue Savoisienne, Société Florimontane d'Annecy. *Annecy*, in 8°. 1909, Trim. 2—4.

Société Agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées. *Perpignan*, in 8°. 1909, Vol. L.

Société d'Histoire naturelle de Toulouse. *Toulouse*, in 8°. 1909, № 1—4.

Société d'Histoire naturelle d'Autun. *Autun*, in 8°. 1908, T. XXI.

Travaux de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier. *Cette*, in 8°. Mémoires № 19—1909.

Travaux Scientifiques du laboratoire de Zoologie et de Physiologie maritimes de Concarneau. *Concarneau*, in 8°. 1909, T. I, p. 2.

V. Journaux allemands.

Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu *Berlin*, in 4°. 1909.

Abhandlungen, herausg. vom naturhistorisch. Verein zu *Bremen*, in 8°. 1910, Bd. XX, H. 1.

Abhandlungen und Berichte aus dem Museum für Natur- und Heimatkunde Naturwissenschaft. Verein in Magdeburg. *Magdeburg*, in 4°. 1909, Bd. II.

Abhandlungen der math.-phys. Classe der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. *München*, in 4°. 1909, Bd. XXIII, Abt. 3; XXIV, Abt. 1; XXV, Abt. 1—4; 1910, Bd. XXIV, Abt. 3.

Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft zu *Nürnberg*, in 8°. 1909, Bd. XVIII.

Abhandlungen und Berichte des Vereins für Naturkunde zu Cassel. *Cassel*, in 8°. 1909, Bd. LXXII—LXXIII, 1907—1909.

Acta (Nova) Acad. Caes. Leopoldino-Carolinae (см. Verhandlungen d. K. Leop. Karol. Academie der Wiss.). 1909, Bd. XL; XCI.

Annuarul Institutului geologic al Romaniet. *Bucuresti*, in 8°. 1910, Vol. III, Fas. Ia.

Annales Historien-Naturales Musei Nationalis Hungarici. *Budapest*, in 8°. 1909, Vol. VII, p. 2; 1910, Vol. VIII, p. 1.

Annalen des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums. *Wien*, in 8°. 1909, Bd. XXIII, № 3—4.

Almanach der Kais. Akademie der Wissenschaften. *Wien*, in 16°. Jahr. LIX—1909.

Anzeiger der K. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Classe. *Wien*, in 8°. 1909, Jahrg. XLVI, № 1—27.

Arbeiten Ergebnisse am K. Preus. Aeronautischen Observatorium. *Braunschweig*, in 4°. 1909, Bd. IV; 1910, Jahr. 1908.

Arbeiten aus dem Zoologischen Institut zu Graz. *Leipzig*, in 8°. 1910, Bd. IX, № 1—4.

Aquila, Ornithology. *Budapest*, in 4°. 1909, T. XVI.

Archiv des Vereines d. Freunde der Naturgeschichte in *Meklenburg Güstrow*, in 8°. 1908—1909, Jahr. LXII—1908, Abth. II; Jahr. LXIII—1909, Abt. I.

Archiv des Vereines für Siebenbürgische Landeskunde. *Hermannstadt*. 1909, Bd. XXXVI; H. 3; 1910, Bd. XXXVII, H. 1.

Archiv Přírodovědeckeho prozkoumáni céch. J *Praze*, in 8°. 1910, Dil. XIV, c. 1, 2.

Beobachtungen (meteorologische) in Deutschland. *Hamburg*, in 4⁰. 1910, Instrum. 1901—1905; Dezennium 1896—1905.

Beobachtungen (astronomische, magnetische u. meteorologische) an der K. K. Sternwarte zu *Prag*. 1909, Jahrg. LXX.

Bericht über den Annaberg-Buchholzer Verein für Naturkunde. *Annaberg*, in 8⁰. 1909 (1904—1909), XXXIX bis XLIV.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft. *Freiburg i. Br.*, in 8⁰. 1910, Bd. XVIII, H. 1.

Berichte der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde. *Henau*, in 8⁰. 1910, Oct. 1903; Sept. 1909.

Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. *Giessen*, in 8⁰. 1910, Bd. III; 1909, Bd. V; Register Bd. I—XXXIV, 1849—1904.

Berichte des naturwiss.-medicinischen Vereins in *Innsbruck*, in 8⁰. 1910, Jahr. XXXIII.

Berichte über die Verhandlungen der K. Sächsichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. *Leipzig*, in 8⁰. 1909, Bd. LXI, № 4, 5; 1910, Bd. LXII, № 1.

Berichte des naturwissenschaftlichen Verein zu Regensburg. *Regensburg*, in 8⁰. 1910, H. XII, 1907.

Berichte (mathemat. und naturwissenschaftliche) aus Ungarn. *Budapest*, in 8⁰. 1909, Bd. XXV—1907.

Bulletin International de l'Académie des Sciences Franz-Joseph I. *Prague*, in 8⁰. 1909, Ann. XIV.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de *Cracovie*, in 8⁰. 1909, № 3, 9, 10; 1910, A. № 1, 2, 3—7; B. № 1—6.

Casopis Céské Společnosti Entomologicské. *Prague*, in 8⁰. 1909, Roc. VI, Cis. 4; 1910, Roc. VII, Cis. 1—3.

Centralblatt, Botanisches. *Kassel*, in 8⁰. 1909, № 25, 26; 1910, Bd. CXIII, № 1—18; Bd. CXIV, № 1—25.

«Carniola», Zeitschrift für Heimatkunde. *Laibach*, in 8⁰. 1909, H. 1—4; 1910, Bd. I, № 1—4.

«Carinthia» Mitteilungen des Naturhistorischen Landesmuseums für Kärnten, in 8⁰. 1910, № 1—4.

Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften. *Wien*, fol. 1907, Bd. LXXX; 1909, Bd. LXXXIV.

Entomologische Deutsche National-Bibliothek. *Berlin*, in 4⁰. 1910, № 1—2.

Ertesitö Museum füzetek az erdelyi Nemzeti muzeum termeszettarainak.

Kolozsvar, in 8⁰. 1907, Bd. I—1906, H. 1—2; 1909, Bd. II—1907, H. 1—2; 1909 Bd. IV—1909, H. 1—2.

Ertesitö az erdelyi Museum-egylet orvos termeszettudomanyi szak. *Kolozsvar*, in 8⁰. 1908, Jahr. XXXIII, Bd. XXX, H. 1—3; 1909, Jahr. XXXIV, Bd. XXXI, H. 1—3; 1910, Jahr. XXXII, Bd. XXXII, H. 1.

Földtani kozlöny. *Budapest*, in 8⁰. 1909, Kötet XXXIX, Füz. 6—12; 1910, Kötet XL, Füz. 1—10.

Гласник земальског музеја у Босни и Херцеговини. *Сарајево*, in 8⁰. 1909, XXI, № 1; 1910, XXII, № 1.

Jahrbücher d. Königl Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt. *Erfurt*, in 8⁰. 1909, N. F., H. 35.

Jahrbücher (Landwirthschaftliche). *Berlin*, in 8⁰. 1909, Bd. XXXVIII, H. 1—6; Ergänzungsband—1909, Bd. XXXVIII, H. 1—5; 1909, Bd. XXIX, Teil I, H. 3; 1909, Bd. XXVII, H. 4.

Jahrbuch der k. preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie. *Berlin*, in 8⁰. 1909, Bd. XXX, Teil I, H. 1, 2; 1910, Bd. XXX, Teil II, H. 1, 2; Register Bd. I—XX (1880—1899).

Jahrbuch Deutsches Meteorologisches. *Bremen*. in 4⁰. 1901, Jahr. XX.

Jahrbuch (Deutsches Meteorologisches). *Hamburg*, in 4⁰. Jahrg. XXXI—1908.

Jahrbuch des ungarischen Karpathenvereins. *Iglö*, in 8⁰. 1910, Jahrg. XXXVII.

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten. *Hamburg*, in 4⁰. 1909, Jahrg. XXVI—1908; Beiheft. 1—5.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. *Wien*, in 8⁰. 1910. Bd. LIX—1909.

Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde. *Wisbaden*, in 8⁰. 1910, Jahrg. LXIII.

Jahrbuch des Städtischen Museums für Völkerkunde zu Leipzig. *Leipzig*, in 8⁰. 1910, Bd. III, 1908—1909.

Jahrbuch (Ornithologisches). *Hallein*, in 8⁰. 1910, Jahr. XXI, H. 1—5.

Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu *Braunschweig*, in 8⁰. 1910, 1907—1908; 1908—1909.

Jahresbericht der Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde zu *Dresden*, in 8⁰. 1910, 1909—1910.

Jahresbericht der Gesellschaft d. Freunde der Naturwissensch. in *Gera*, in 8⁰. 1910, 1908—1909.

Jahresbericht des Physikalischen Verein. *Frankfurt a. Main*, in 8⁰. 1910, 1908—1909.

Jahresberichte der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft. *Leipzig*, in 8⁰. 1910 März.

Jahresbericht des Museum Francisko-Carolinum. *Linz*, in 8⁰. 1910, Jahrg. LXVIII.

Jahresbericht d. Schlesischen Gesellschaft f. vaterländ. Cultur. *Breslau*, in 8⁰. 1910, H. 3.

Jahreshefte d. Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. *Stuttgart*, in 8⁰. 1910, Jahrg. LXVI, Beilage 1910, Jahrg. LXVI.

Izvestja muzejskega društva za kranjsko. *Ljubljani*, in 8⁰. 1909, Let. XIX, № 1—6.

Közlemenyei orvos-tesmészettudomángi egyesület. *Pozsony*, in 8⁰. 1908, Köt. XVIII; 1909, Köt. XIX. Emlékmü 1856—1906 (1907); 1909, Köt. XX—1908.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leopoldino-Carol. Academie der Naturforscher. *Halle*. in 4⁰. 1909, Bd. XLV.

Litteraturblätter, Entomologische. *Berlin*, in 8⁰. 1905, № 5; 1910, № 1—3, 5, 6, 8—12.

Lotos, Jahrbuch für Naturwissenschaften. *Prag*, in 8⁰. 1909, Bd. LVI, № 1—10.

Magazin (Neues Lausitzesches). *Gorlitz*, in 8⁰. 1909, Bd. LXXXV.

Magyar botanical Lapok. *Budapest*, in 8⁰. 1909, Bd. VIII, № 10—12; 1910, Bd. IX, № 1—12.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. *Berlin*, in 8⁰, 1909, Bd. XIX, H. 3; 1910, Bd. XX, H. 1.

Mittheilungen aus dem naturwiss. Verein von Neu-Pommern und Rügen. *Berlin*, in 8⁰. 1910, Jahr. LXI.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu *Dresden*, in 8⁰. 1909, H. 10.

Mittheilungen des Naturwiss. Vereins für Steiermark. *Graz*, in 8⁰. 1909, Jahrg. XLVI, H. 1, 2.

Mitteilungen des Sächsisch-Thüringischen Vereins für Erdkunde. *Halle*, in 8⁰. 1910, Jahrg. XXXIV.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu *Halle*, in 8⁰. 1909, Jahrg. XXXIII.

Mitteilungen der Thurganischen Naturforschenden Gesellschaft. *Fraunnfeld*, in 8⁰. 1910, H. XIX.

Mittheilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. *Graz*, in 8⁰. 1909, Bd. XLV—1908, H. 1.

Mittheilungen aus dem Osterlande. *Altenburg*, in 8⁰. 1910, N. Folge, Bd. XIV.

Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde. *Salzburg*, in 8⁰. 1909, XLIX.

Mittheilungen der Erdbeben-Kommission der K. Akademie der Wissenschaften. *Wien*, in 8⁰. 1908—1909, № XXXIV—XXXIX.

Mittheilungen zur geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen. *Strassburg*, in 8⁰. 1909, Bd. VII.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu *Leipzig*, in 8⁰. 1909, 1908; 1910, 1909.

Mittheilungen des K. K. Militär-Geographischen Instituts. *Wien*, in 8⁰. 1910, Bd. XXIX—1909.

Mittheilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien. *Wien*, in 8⁰. 1908. Bd. I, H. 3; 1909, Bd. II, H. 4; 1910, Bd. III, H. 1, 2.

Monatsberichte der deutschen geologischen Gesellschaft. *Berlin*, in 8⁰. 1909, № 8—12; 1910, № 1—6.

Monatsberichte Gesellscht. wiss. des Ackerbaues und der Künste im Unter-Elsass. in 8⁰. 1909, Bd. XLIII, H. 1—6.

Monatsschrift des Gartenbauvereins zu *Darmstadt*, in 8⁰. 1909, Jahrg. XXVIII, № 12; 1910, Jahrg. XXIX, № 2—5, 7—12.

Monatsschrift, Ornithologische. *Magdeburg*, in 8⁰. 1910, Jahr. XXXV, № 8—10.

Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften und der Universität zu *Göttingen*. in 8⁰. 1909. Mathem.-Physikal. Klasse 1909, H. 4; 1910, H. 1—4; Geschäftl. Mittheilungen, 1909, H. 2; 1910, H. 1.

Notizblatt des Königl. Botan. Gartens und Museums zu *Berlin*, in 8⁰. 1910, № 46, 47; Appendix XXII—1910, № 3.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde u. verwandte Wissenschaften. *Darmstadt*, in 8⁰. 1909, Folge IV, H. 30.

Naturae Novitates. *Berlin*, in 8⁰. 1910, Jahr. XXXII, №№ 2—5, 11—15.

Publikationen des Astrophysikalischen Instituts Kön. *Heidelberg*, in 4⁰. 1909, Bd, III, № 7.

Rapport sur les travaux de l'Académie Hongroise des Sciences. *Budapest*, in 8⁰. 1910, 1909.

Rosprawy Céské Akademie Cisarě Francisca Josefa. *Prag*, in 8⁰. 1909, Roc. XVIII.

Rundschau, Entomologische. *Leipzig*, in 4⁰. 1910, Jahrg. XXVII, № 1—7, 9—24.

Schriften d. Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in *Wien*, in 16⁰. 1908—1909, Bd. XLIX.

Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissensch. *Berlin*, in 8⁰. 1909, № 4, 40 - 53; 1910, № 1—39.

Sitzungsberichte der Gessellschaft naturforschender Freunde zu *Berlin*, in 4⁰. 1909, № 1—10.

Sitzungsberichte Naturhistor. Verein Preuss. Rheinl. Westfalens. *Bonn*, in 8⁰, 1910, 1909.

Sitzungsberichte u. Abhandlungen der naturf. Gesellschaft „Isis“ zu *Dresden*, in 8⁰. 1910, Jahr. 1909 Juli—Dezember; Januare—June 1910.

Sitzungsberichte u. Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu *Erlangen*, in 8⁰. 1909, Bd. XL—1908.

Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften in *Marburg*, in 8⁰. 1910, Jahr. 1909.

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Classe. *Wien*, in 8⁰. 1908, Bd. CXVII, H. 8—10; Abth. I, H. 8 - 10; Abth. IIa, H. 10; 1909, Bd. CXVIII, Abth. I, H. 1—10; Abth. IIa, H. 1—10; Abth. IIb, H. 1—10; Abth. III, H. 1—10; 1910, Bd. CXIX, Abth. I, H. 1—5; Abth. IIa, H. 1—4; Abth. IIb, H. 1—6; Abth. III, H. 1—3.

Sitzungsberichte der K. bayerischen Akademie der Wissensch. *München*, in 8⁰. 1909, № 8—11, 15—19; 1910, № 1—9.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie. *München*, in 8⁰. 1910, XXV—1909.

Sitzungsberichte der phys.-medic. Gesellschaft in *Würzburg*, in 8⁰. 1908, № 6; 1909, № 1—5.

Вѣстникъ народнаго дома. *Львовъ*. in 8⁰. 1909, XXVII, ч. 10—12; XVIII—1909, ч. 1—9.

Verhandlungen des botanischen Vereins für die Prov. Brandenburg und die angrenz. Länder. *Berlin*, in 8⁰. 1910, LI—1909.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. *Braunschweig*. in 8⁰. 1909, Jahrg. XI, № 23, 24; 1910, Jahrg. XII, № 1—12.

Verhandlungen des naturforsch. Vereins in *Brünn*, in 8⁰. 1909, Bd. XLVII—1908.

Verhandlungen der ornithologischen Gesellschaft in Bayern. *München*, in 8⁰. 1909, Bd. IX—1908.

Verhandlungen u. Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaft zu *Hermannstadt*, in 8⁰. 1910, Bd. LIX—1909.

Verhandlungen des naturhistorisch.-medizinischen Vereins zu *Heidelberg*, in 8⁰. 1910, N. Folge, Bd. X, H. 3, 4.

Verhandlungen des Vereins der preuss. Rheinlande. *Bonn*, in 8⁰. 1910, Jahr. LXVI, H. 2.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. *Wien*, in 8⁰. 1909, № 10—18; 1910, № 1—12.

Verhandlungen der Zoologisch-botan. Gesellschaft. *Wien*, in 8⁰. 1909, Bd. LIX, H. 9—10; 1910, Bd. LX, H. 1—8.

Verhandlungen der Öster-Kommission für die interner. Erdmessung. *Wien*, in 8⁰. 1909, Protokoll—1908.

Verhandlungen der Physik.-medicin. Gesellschaft in *Würzburg*, in 8⁰. 1910, N. F. Bd. XL, № 6, 7.

Veröffentlichungen des Kön. Preuss. Meteorol. Instituts. *Berlin*, in 4⁰. 1909, № 214—215; 1910, №№ 216—218, 220—224.

Veröffentlichungen der grossher. Sternwarte zu *Heidelberg*, in 4⁰. Bd. VI, № 1, 2.

Věstnik klubu přír. vědeckého V. Prostějově. *V. Prostějove*, in 8⁰. 1910, Roč. XII—1909.

Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. *Berlin*, in 8⁰. 1909, Bd. LXI, H. 4; 1910, Bd. LXII, H. 1—3.

Zeitschrift für Wissensch. Insektenbiologie. *Berlin*, in 8⁰. 1909, Bd. V, H. 12; 1910, Bd. VI, H. 1—11.

Zeitschrift (Berliner u. Deutsche), Entomologische. *Berlin*, in 8⁰, 1910, Bd. LV, H. 1, 2.

Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. *Brünn*, in 8⁰. 1909, Bd. IX, H. 2; 1910, Bd. X, H. 1, 2.

Zeitschrift (Jenaische) für Medicin u. Naturwissenschaft. *Jena*, in 8⁰. 1909, XLV, H. 2; 1910, Bd. XLVI, H. 1—3.

Zeitschrift für Ornithologie u. practische Geflügelzucht. *Stettin*, in 8⁰. 1909, Jahrg. XXXIII, № 10—12; 1910, Jahrg. XXXIV, № 1—4, 6—9.

Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. *Berlin*, in 8⁰. 1909, № 5, 10; 1910, № 1—10.

Zeitung (Entomologische) Stettiner. *Stettin*, in 8⁰. 1910, Jahr. LXXI, H. 2; 1911 Jahr. LXXII, H. 1.

Zeitung, Wiener Entomologische. *Wien*, in 8⁰, 1910, Jahr. H. 1—10.

Zentralblatt für Allgemeine und expirimentelle Biologie. *Leipzig*, in 8⁰. 1910, Bd. I, № 1.

VI. Journaux italiens.

Annali della Regia Scuola Superiore di Agriculture di Portici. *Portici*, in 8⁰. 1908, Serie 2, Vol. VIII.

Annuario del Museo Zoologico della R. Universita di Napoli. *Napoli*, in 4⁰. 1910, N. Serie, Vol. III, № 1—12.

Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali in *Catania*, in 4⁰. 1909, An. LXXXVI, Vol. II, Ser. 5.

Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico. *Milano*, in 8⁰. 1909, Vol. XLVIII, Fasc. 3, 4; 1910, Vol. XLIX, Fasc. 1.

Atti della Societa degli Naturalisti di *Modena*, in 8⁰. 1909, Vol. XI, Serie 4.

Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in *Padova*, in 8⁰. 1903, Vol. XIX—1902—1903; 1904, Vol. XX—1903—1904; Vol. XXI—1904—1905; Vol. XXII—1905—1906; Vol. XXIII—1906—1907; XXIV—1907—1908; XXV—1908—1909.

Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali di *Pisa*, in 8⁰. 1909, Vol. XXV. Processi-verbali: 1909, Vol. XVIII, № 5—6; 1910, Vol. XIX, № 1—4.

Atti della R. Accademia dei Lincei. *Roma*, in 4⁰. 1909, 2 Sem. Vol. XVIII, Fasc. 11—12; 1910, Vol. XIX, 1 Sem., Fasc. 1—12; 2 Sem., Vol. XIX—1910, Fasc. 1—10. Rendicanto—1910, Vol. II.

Atti dell'Accademia Pontificia de Nurri Lincei. *Roma*, in 4⁰. 1909, Anno LXII—1908—1909, № 1—7; 1910, Anno LXIII, № 1—7.

Atti della I. R. Accademia di Scienze, Lettere et Arti degli Agiati in Rovereto. *Rovereto*, in 8⁰. 1909, Ser. 3, Vol. XV, Fasc. 3—4; 1910, Vol. XVI, Fasc. 1, 2.

Atti della R. Accademia di Scienze di *Torino*, in 8⁰. 1910, Vol. XLV, Disp. 1—10.

Atti e memorie dell Accademia d'Agricoltura, Scienze, Lettere, Arti e commercio di Verona. *Verona*, in 8⁰. 1910, Serie 4, Vol. X; Appendice Vol X, Serie 4.

Bolletino mensile delle Accademia Gioenia in *Catania*, in 8⁰. 1909, Fasc. 10, 11; 1910, Fasc. 12, 13.

Bolletino della Societa Geografica Italiana. *Firenze*, in 8⁰. 1908, Ser. 4, Vol. X, № 11—12; 1909, Serie 4, Vol. XI, № 1—7.

Bolletino della Societa Entomologica Italiana. *Firenze*, in 8⁰. 1908, An. XL, Trim. 3—4.

Bolletino delle publicazioni italiane (Bibl. Naz. Centrale di *Firenze*). in 8⁰. 1909, № 107—109; 1910, №№ 110—119.

Bolletino Meteorologico e Geodinamico. Osservatorio R. Collegio Carlo-Alberto. *Moncalieri*, in 8⁰. 1904, № 9, 10, 12.

Bolletino del laboratorio di Zoologia Generale e Agraria. *Portici*, in 8⁰. 1909, Vol. III; 1910, Vol. IV.

Bolletino della Societa Africana d'Italia. *Napoli*, in 8⁰. 1908, Anno XXVII, Fasc. 9—10; 1909, An. XXVIII, Fasc. 1—4.

Bolletino del R. Comitato Geologico d'Italia. *Roma*, in 8°. 1909, Vol. XL, Trim. 2—4; 1910, Vol. XLI, Fasc. 1, 2.

Bolletino della Società Zoologica Italiana. *Roma*, in 8°. 1909, Ser. 2, Vol. X, Fasc. 9—12; 1910, Vol. XI, Fasc. 1—2.

Bolletino dei Musei di Zoologia ad Anat. comparata della R. Universita di *Torino*, in 8°. 1909, Vol. XXIV, № 596—615.

Bolletino Bimensualle publicato per cura del Comitato Direttivo. *Torino*, in 8°. 1910, Vol. XXIX, № 1—3, 7—12; 1911, Vol. XXX, № 1—2.

Bolletino della Società Botanica Italiana. *Firenze*, in 8°. 1909, № 9, 10; 1910, № 1—6.

Calendario del Sant. di Pompei Basilica Pontificia del S. S. *Rosario*, in 16°. 1910.

Giornale (Nuovo) Botanico Italiano. *Firenze-Pisa*, in 8°. 1910, Vol. XVIII, № 1—4.

Giornale di Scienze Naturali e Economiche. *Palermo*. 1909, Vol. XXVII.

Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in *Modena*, in 4°. 1909, Serie 3, Vol. VIII.

Memorie della Societa dei Spettroscopisti Italiani. *Palermo-Roma*, in 4°. 1909, Vol. XXXVIII, № 11—12, 1910, Vol. XXXIX № 1—9.

Naturalista, il-siciliano. *Palermo*, in 8°. 1909—1910, Vol. XXI, № 1—8.

Notarisia (la Nuova), *Modena*, in 8°. 1910, Anno XXV, № 1, 4, 10.

Osservazioni Meteorologische della R. Universita di Bologna, *Bologna*, n 4. 1909, Ann. 1908, 1910; Ann. 1909.

Publicazioni del R. Osservatorio di Brera in *Milano*. in 4°. 1910, № XLVII.

Pubblicazioni dell'Osservatorio del Collegio alla Querce. *Firenze*, in 4°. 1907, № 10.

Rendiconti dell'Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. *Napoli*, in 4°. 1909, Vol. XV, Fasc. 3—12.

Rivista Geografica Italiana. *Firenze*, in 8°. 1909, Anno XVI, Fasc. 2, 10; 1910, Anno XVII, Fasc. 1—9.

«Redia», Giornale di Entomologia. *Firenze*, in 4°. 1910, Vol. VI, Fasc. 2.

VII. Journaux espagnols, portugais, roumains, japonais etc.

Anales de la Sociedad Cientifica Argentina. *Buenos-Aires*, in 8°. 1909, T. LXVIII, Entr. 2, 3, 6; 1910, T. LXIX, Entr. 1—4.

Anales del Museo Nacional de *Buenos-Aires*, fol. 1909, T. XII; T. XI—1910.

Annales Scientificos da Academia Polytechnica do Porto. *Coimbra*, in 8⁰. 1909, Vol. V, № 1—3.

Annales del Museo Nacional de Arqueologia, Historia y Etnologia. *Mexico*, in 4⁰. 1910, T. I, № 9—13; T. II, № 1—5.

Anales del Instituto Medico-nacional. *Mexico*, in 8⁰. T. XI, № 1.

Annales scientifiques de l'Université de Jassy. *Jassy*, in 8⁰. 1910, T. VI, Fasc. 2, 3.

Annotationes Zoologicae Japonenses. *Tokyo*, in 8⁰. Vol. VII, p. 3—1910.

Annuario de la Real Academia de Ciencias exactes fisicas y naturales. *Madrid*, in 16⁰. 1910.

Boletim da Sociedado Broteriana. *Coimbra*, in 8⁰. 1908—1909, Vol. XXIV.

Boletim da Sociedade da Geographia de *Lisboa*, in 8⁰. 1909, № 12; 1910, № 1—8.

Boletim mensual do Observatorio do Rio-de-Janeiro. *Rio-de-Janeiro*, in 4⁰. 1909, Janv.-Merzo—1908.

Bulletin Semestriel de l'Observatoire Météorologique du Port-au-Prince. *Haiti*, in 4⁰. 1909, Juillet—Décembre; Janvier—Juin 1910.

Boletin de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. *Barcelona*, in 4⁰. 1910, Voll. III, № 1.

Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Peru. *Lima*, in 8⁰. 1909, № 75, 76.

Boletin de la R. Soc. Espanola de Historia Natural. *Madrid*, in 8⁰. 1909, T. IX, № 9, 10; 1910, T. X, № 1—7.

Boletim do Museu Goeldi (Museu Paraense) de Historio Natural Pará. *Brasil*, in 8⁰. 1909, Vol. VI.

Boletin mensual del Observat. Meteorologico-Magnetico Central de *Mexico*, in 4⁰. 1905, Fev.—Junio; Julio—Oct. 1905; 1906, Enero-Marzo; Indice 1908—1909; 1909 Mai—Septiembre; Octobre—Diciembre.

Bulletin Mensual Direccion General de Estadistica de la Provincia de Buenos-Aires. *La Plata*, in 4⁰. 1909, Ano X, № 102—112.

Boletin de la Sociedad Mexicana de Geografia y Estadistica. *Mexico*, in 8⁰. 1910, T. III, № 9, 10.

Bulletin de la Societé Khédiviale de Géographie. *Le Caire*, in 8⁰. 1910, Serie 7, № 6—8.

Bulletin de la Société Portugaise des Sciences Naturelles. *Lisbonne*, in 8⁰. 1910, Vol. III, Fasc. 1—5; Supplément I, Vol. III; 1910, Vol. IV, Fasc. 1.

Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de *Jassy*, in 8⁰. 1909, № 5—12; 1910, № 1—5.

Boletin del Museo Nacional de Chili. *Santiago-de-Chile*, in 8⁰. 1910, T. I, № 1.

Boletin de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales. *Zaragoza*, in 8⁰. 1909, T. VIII, № 9, 10; T. IX, № 2—9.

«Broteria», Revista de Sciencias Naturaes. *Leipzig*, in 8⁰. Serie Botanica, Vol. IX; 1910, Fasc. 1; Serie Zoologica, Vol. IX—1910, Fasc. 2, 3.

Годишникъ на Софійския университетъ. *София*. in 8⁰. 1908—1909, V.

Journal of the College of Agriculture, Imper. Univers. *Tokyo*, 1909, Vol. I, № 1, 2; Vol. II, № 1; 1909, Vol. XXVII, Art. 7—14.

Memorias de la Real Acad. de Ciencias y Artes de *Barcelona*, in 4⁰. 1910, № 7—21, Vol. VIII.

Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. *Madrid*, in 8⁰. 1909—1910, T. VI, № 3—5; 1910, T. I, № 29—30; Catalogo Sistematico—1910.

Memorias de la Sociedad Cientifica «Antonio Alzate». *Mexico*, in 8⁰. 1909, T. XXV, № 9—12.

Mittheilungen der deutschen Gesellsch. für Natur- und Völkerkunde Ost-Asiens. *Jokagama*. 1909, Bd. XII, Teil 1—2—1910.

Mittheilungen aus der Medicinischen Facultät der Kaiser.-Japan. Universität zu Tokyo. *Tokyo*, in 8⁰. 1909, Bd. VIII, № 3; 1910, Bd. IX, H. 1.

Naturaleza, La. *Mexico*, in 4⁰. 1910, Serie 3, T. I, № 1.

Revista Universitaria. *Lima*, in 4⁰. 1910, Ano V, Vol. I, № 3—5.

Revista de R. Academia de los ciencias exactas, fisicas y naturales. *Madrid*, in 8⁰. 1909, Vol. VII, № 4—10.

Revista del Ministerio de Obras publicas (República de Colombia). 1909, Ano IV, № 10—12.

Revista da Sociedad Scientifica de São-Paolo. *Sao-Paolo*, in 8⁰. 1909, Vol. VI, April Agosto, Setembro—Dezembro.

Revista del Museo de *La Plata*, in 8⁰. 1909, T. XVI.

Verhandlundgen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu *Santiago*, in 8⁰. 1906, Bd. V, H. 2.

VIII. Journaux belges.

Annales de la Société Entomologique de Belgique. *Bruxelles*, in 8⁰. 1909, T. LIII.

Annales de la Société Royale Malacologique de Belgique. *Bruxelles*, in 8⁰. 1908, T. XLIII.

Annales de la Société Géologique de Belgique. *Liège*, in 8⁰. 1909, T. XXXVI, livr. 2—4.

Annuaire de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. *Bruxelles*, in 16⁰. 1910, An. 1910.

Archives trimestrielles Instit. Grand-Ducal de *Luxemburg*, in 4⁰. 1909, N. Serie, T. IV, Fasc. 1—4; 1910, T. V, Fasc. 2.

Bulletin de l'Académie d'Archéologie de Belgique. *Anvers*, in 8⁰, 1909, T. III, IV; 1910, T. I, II.

Bulletin de l'Académie Royale, Classe des Sciences, de Belgique. *Bruxelles*, in 8⁰. 1909, № 9—12; 1910, № 1—4.

Bulletin de la Société Royale Botanique de Belgique. *Bruxelles*. in 8⁰. 1909, T. XLVI, Fasc. 1—4.

Bulletin de la Société Belge de Géologie. *Bruxelles*, in 8⁰. 1910, T. XXIII, fasc. 3, 4; Procès-Verbal, 1909, T. XXIII, № 7—10; 1910, T. XXIV, № 1—3; Extrait T. XXIV—1910.

Bulletins Mensuels (Monats-Berichte). *Luxemburg*, in 8⁰. N. Série, Jahr.—1907; Jahr. II—1908.

Cellule, La. Recueil de cytologie et d'histologie générale. *Louvain, Gand, Lievre*, in 8⁰. 1909, T. XXV, fasc. 2; 1910, T. XXVI, fasc. 1, 2.

Mémoires des Extraits du Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique. *Bruxelles*, in 4⁰. 1907, T. IV; T. V.

Mémoires de la Société Entomologique de Belgique. *Bruxelles*, in 8⁰. 1909, T. XVII.

Mémoires Académie R. de Belgique, Classe des Sciences, Collection. *Bruxelles*, in 8⁰. 1909, T. II, fasc. 4.

Mémoires de la Société Royale des Sciences de *Liège*. in 8⁰. 1909, Série 3, T. VIII.

Revue de l'Université de Bruxelles. *Bruxelles*, in 8⁰. 1909—1910, № 1—10.

IX. Journaux suisses.

Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. *Lausanne*, in 8⁰. Session 92, T. I, II.

Annalen Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt. *Zurich*, in 4⁰. 1908.

Bulletin de l'Institut Genévois. *Genève*, in 4⁰. 1909, T. XXXVIII, T. XXXIX.

Bulletin des Séances de la Société Vaudoise des Sc. Naturelles. *Lausanne*, in 8⁰. 1909, Vol. XLV, № 167; 1910, Vol. XLVI, № 168—170.

Bulletin Société Neuchateloise des Sciences Naturelles. *Neuchatel*, in 8⁰. 1910, T. XXXVI—1908—1909.

Jahrbuch des St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft. *St.-Gallen*, in 8°. 1910, 1908—1909.

Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens. *Chur.*, in 8°. 1908—1909, N. Folge, Bd. LI, 1910, Bd. LII.

Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft. *Bern*, in 8°. 1909, Bd. XXI, 1906—1907.

Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in *Bern*, in 8°. 1910, Vo. XII, H. 1.

Mitteilungen der Physikalischen Gesellschaft Zürich. *Zürich*, in 8°. 1909, № 14, 15.

Mémoires de l'Institut National Genévois. *Genève*, in 4°. 1906—1910, T. XX.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire nat. de *Genève*, in 4°. 1910, Vol. XXXVI, fasc. 2, 3.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in *Basel*, in 8°. 1910, Bd. XX, H. 3; Bd. XXI.

Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in *Zürich*, in 8°. 1909, Jahr. LIV, H. 3—4; 1910, Jahr. LV, H. 1—2.

X. Journaux russes.

Акваріумъ и комнатныя растенія. *Москва*, in 8°. 1910, № 1—3.

Архивъ біологическихъ наукъ. *Спб.*, in 4°. 1910, т. XV, в. 3—5; т. XVI, в. 1, 2.

Актъ годичный Им. Казанскаго Университета. *Казань*, in 8°. 1910, за 1910 г.

Временникъ Общ. опытныхъ наукъ имени Леденцова. *Москва*, in 8°. 1910, вып. 1—2.

Вѣстникъ Рыбопромышленности. *Спб.*, in 8°. 1909, № 12; 1910, № 1—8.

Вѣстникъ Орнитологическій, in 8°. 1910, № 3.

«Древности», труды Им. Моск. Археолог. Общества. *Москва*, in 4°. 1909, т. XXII, вып. 1, 2.—Труды комиссіи по сохраненію древн. памятниковъ, т. III, 1909.

Ежегодникъ Зоологическаго Музея Имп. Академіи Наукъ. *Спб.*, in 8°. 1909, т. XIV, № 3—4; приложеніе, т. XIV—1909; 1910, т. XV, № 1; приложеніе XV—1901.

Ежегодникъ Геологіи и Минералогіи Россіи. *Ново-Александрія*, in 4°. 1909, т. X, вып. 9; т. XI, вып. 6, 7; 1910, т. XII, вып. 5, 6.

Ежегодникъ Тобольскаго губернскаго Музея. *Тобольскъ*, in 8⁰. 1910, годъ 1908, вып. XVIII.

Ежегодникъ магнито-метеорологической обсерваторіи Им. Новор. Университета. *Одесса*, in 8⁰. 1910, 1908.

Журналъ Мин. Народнаго Просвѣщенія. *Спб.*, in 8⁰. 1910, № 1—12.

Журналъ Біологическій. *Москва*, in 8⁰. 1910, т. I, вып. 1—4.

Журналъ (Лѣсной). *Спб.*, in 8⁰. 1909, годъ XXXIX, вып. 10.

Журналъ Русскаго Физико-Химическаго Общества. *Спб.*, in 8⁰. 1909, т. XLI, вып. 9, 10; 1910, т. XLII, вып. 1—8.

Журналъ опытной агрономіи. *Спб.*, in 8⁰. 1909, кн. 6; 1910, № 1—5.

Журналъ Топографическій и Геодезическій. *Спб.*, in 4⁰. 1910, № 1.

Записки Ново-Александрійскаго Института Сельскаго Хоз. и Лѣсоводства. *Спб.*, in 8⁰. 1909, т. XX, вып. 2; 1910, вып. 3; т. XXI—1910, вып. 1.

Записки Уральскаго Общ. Любит. Естествознанія. *Екатеринб.*, in 8⁰. 1909, т. XXIX.

Записки (Ученыя) Имп. Казанскаго Университета. *Казань*, in 8⁰. 1909, кн. 12; 1910, № 1—10.

Записки (Ученыя) Московскаго Университета. *Москва*, in 8⁰. 1910. Отд. ест.-ист., вып. XXVI, XXVII.

Записки Кіевскаго Общества Естествоиспытателей. *Кіевъ*, in 8⁰. 1910, т. XX, вып. 4; 1909, т. XXI, вып. 1, 2.

Записки Имп. Общества Сельск. Хозяйства Южной Россіи. *Одесса*, in 8⁰. 1909, № 9—12; 1910, № 1—8.

Записки Крымско-Кавказскаго Горнаго Клуба. *Одесса*, in 8⁰. 1909, вып. 3, 4; 1910, вып. 1—3.

Записки Новороссійскаго Общ. Естествоиспытателей. *Одесса*, in 8⁰. 1909, т. XXXIII, XXXIV.

Записки по Гидрографіи. *Спб.*, in 8⁰. 1909, вып. XXXI.

Записки Военно-Топографическаго отд. Главнаго Штаба. *Спб.*, in 4⁰. 1907, ч. LXIII, отд. I, II; 1910, ч. LXIV, отд. I.

Записки (Ученыя) Имп. Юрьевскаго Университета. *Юрьевъ*, in 8⁰. 1910, № 1—12.

Записки Имп. С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества. *Спб.*, in 8⁰. 1908, ч. XLVI, вып. 2.

Записки Кавказскаго отд. Имп. Р. Географическаго Общ. *Тифлисъ*, in 8⁰. 1910, кн. XXVI, № 7, 8.

Извѣстія Арханг. Общ. изученія Русск. Сѣвера. *Архангельскъ*, 8⁰. 1909, № 7, 15; 1910, № 1—15, 17—22.

Извѣстія Импер. С.-Петерб. Ботаническаго сада. *Спб.*, in 8⁰. 1910, т. X, вып. 1—4.

Извѣстія Физ.-Мат. Общ. Казанскаго Универ. *Казань*, in 8⁰. 1910, т. XVI, № 2, 3.

Извѣстія (Варшавскія Университетскія). *Варшава*, in 8⁰. 1910, № 1—8.

Извѣстія Варшавскаго Политехническаго Института Имп. Николая II. *Варшава*, in 8⁰. 1910, вып. II—1908; вып. 1909—1910.

Извѣстія Туркестанскаго Отдѣла Имп. Русск. Географич. Общ. *Юрьевъ*, in 8⁰. 1909, Прилож. къ т. VI, ч. 3.

Извѣстія Восточно-Сибирскаго отд. Имп. Р. Географ. Общ. *Иркутскъ*, in 8⁰. 1909, т. XXXVIII—1907; 1910, т. XXXIX—1908; т. XL—1909.

Извѣстія (Кіевскія Университетскія). *Кіевъ*, in 8⁰. 1909, № 11—12; 1910, № 1—10.

Извѣстія Кіевскаго Политехническаго Института Им. Александра II. *Кіевъ*, in 8⁰. 1910, годъ IX, кн. 4; 1910, годъ X, кн. 1, 2. Отд. Химич. Агроном. кн. 2.

Извѣстія Моск. Сельскохозяйст. Института. *Москва*, in 8⁰. 1909, № 4; 1910, № 1, 2.

Извѣстія Имп. Общ. Любителей Естествознанія. *Москва*, in 4⁰. 1907, Труды Этн. отд. т. XVII; 1910, т. CXX, вып. I; т. CXIX—1910.

Извѣстія Имп. Лѣсного Института. *Спб.*, in 8⁰. 1909, т. XIX.

Извѣстія Геологическаго Комитета. *Спб.*, in 8⁰. 1906, т. XXVIII, № 1—8.

Извѣстія Имп. Русскаго Географическаго Общества. *Спб.*, in 8⁰. 1909, т. XLV, вып. 10; 1910, т. XLVI, вып. 1—5.

Извѣстія Кавказскаго отд. И. Р. Географическаго Общ. *Тифлисъ*, in 8⁰. 1909—1910, т. XX, № 2.

Извѣстія Кавказскаго Музея. *Тифлисъ*. 1909, т. IV, вып. 4.

Извѣстія Томскаго Техническаго Института Имп. Николая II. *Томскъ*, in 8⁰. 1909, т. XV, № 3; 1910, т. XVI, № 4; т. XVII, № 1, т. XVIII, № 2; т. XIX, № 3.

Изъ Никольскаго рыбоводнаго завода. *Спб.*, 1909, № 12.

Календарь и справочная книжка Метеорологической станціи въ гор. Перми. *Пермь*, in 16⁰, на 1910 г.

Книжка (Памятная) Константиновскаго Межевого Инст. *Москва*, in 8⁰. 1910. За 1909 г.

Лѣтописи Главной Физической Обсерваторіи. *Спб.*, in 4⁰. 1910, ч. I—1907; ч. II, вып. 1, 2.

Матеріалы Вятской губ. *Вятка*, in 8⁰. 1910, вып. III.

Матеріалы для Геологіи Кавказа. *Тифлисъ*, in 8⁰. 1910, Серія 3, кн. IX.

Метеорологическая Обсерваторія графа Маркова. *Могилевъ-Подольск.*, in 8⁰. 1909, № 43, 44; 1910, № 45—53.

Наблюденія метеорологической станціи при Юрьев. реальн. училищѣ. *Юрьевъ*, in 4⁰. 1907 г.

Обозрѣніе, Русское Энтомологическое. *Спб.*, in 8⁰. 1910, т. IX—1909, № 3—4; т. X—1910, № 1—3.

Отчетъ по геологич. изслѣд. фосфорит. залежей. *Москва*, in 8⁰. 1909, вып. 1, 2.

Отчетъ Московскаго Публичнаго и Румянцовскаго Музеевъ. *Москва*, in 8⁰. 1910. За 1909 г.

Отчетъ по Минусинскому Мартьяновскому Музею и общ. библіотекѣ. *Минусинскъ*, in 8⁰. 1910, за 1908—1909 г.

Отчеты о состояніи и дѣйствіяхъ Император. Московскаго Университета. *Москва*. in 8⁰. 1909. За 1909 г., ч. 1.

Отчетъ о состояніи Москов. Сельскохоз. Института. *Москва*, in 8⁰. 1909. За 1908 г.

Отчетъ Одесской город. Имп. Николая II публич. библіотеки. *Одесса*, in 8⁰. 1910, за 1909 г.

Отчетъ по лѣсн. опытн. дѣлу. (Труды.) *Спб.*, in 8⁰. 1910, за 1909 г.

Отчетъ о естеств.-историч. музеѣ Полтавскаго губерн. зем. *Полтава*, in 8⁰. За 1908, 1909.

Отчетъ о дѣятельн. отд. русск. языка и словесности Имп. Акад. Наукъ. *Спб.*, in 8⁰. За 1908, 1909.

Отчетъ по естеств.-ист. музею Таврич. губ. земства. *Симферополь*, in 8. 1910, годъ X—1909.

Отчеты Николаевской Главной Астрономической Обсерваторіи. *Спб.*, in 8⁰. 1910, за 1909—1910.

Отчетъ Общества Библіотековѣдѣнія. *Спб.*, in 8⁰. 1910, за 1908, 1909.

Отчеты Воронежской Публичной Библіотеки. *Воронежъ*. 1909—за 1908; 1910—за 1909.

Отчетъ Кіевскаго Общ. любителей природы. *Кіевъ*, in 8⁰. 1910, за 1909 г.

Отчетъ Читинскаго отд. Пріамурск. края отд. Имп. Русск. Географическаго Общества. *Чита*, in 8⁰. 1909, за 1907—1908 г.

Почвовѣдѣніе. *Спб.*, in 8°. 1909, № 4; 1910, № 1—3.

Протоколы Касп.-Волжск. рыбныхъ и тюленьихъ промысловъ. *Астрахань*, in 8°. 1910, № 610—690, 1909.

Протоколы засѣданій Имп. Виленскаго Медиц. Общ. *Вильна*, in 8°. 1910, за 1908—приложеніе. 1909, № 1.

Протоколы засѣданій Общества Естествоиспытателей при Имп. Казанскомъ Университетѣ. *Казань*, in 8°. 1908, годъ XXXIX—1907—1908; 1910, годъ XL—1908—1909.

Протоколы засѣданій Кіевскаго Общества Естествоиспыт. *Кіевъ*, in 8°. 1909, за 1907—1908.

Протоколы засѣд. Общ. Естествоиспыт. *Спб.*, in 8°. 1909, т. XL, вып. I, № 5—8; 1910, т. XLI, № 1—4.

Протоколы засѣданій Имп. Кавказскаго Медицинскаго Общества. *Тифлисъ*, in 8°. 1909, годъ XLVI, № 4—10; 1910, октябрь—январь 1909—1910; февр.—апр.—1910.

Протоколы Варшавскаго Общества Естествоиспытателей. *Варшава*. 1910, годъ XXI, № 4.

Протоколы и отчетъ любителей Естествозн. сельскохоз. Ново-Александр. Института. *Спб.*, in 8°. 1910, за 1909 г.

Работы изъ лаборат. зоологическаго кабинета Варш. Университ. *Варшава*, in 8°. 1910, за 1909 г.

Сборникъ Алтайскій. *Барнаулъ*, in 8°. 1910, т. X.

Сборникъ (Математическій). *Москва*, in 8°. 1909, т. XXVII, № 2, 3.

Сборникъ гидро-метеоролог. наблюд. *Спб.*, in 8°. 1909, вып. VII; 1910, вып. VIII.

Сообщенія и протоколы засѣданій Математическаго Общества при Имп. Харьковскомъ Университетѣ. *Харьковъ*, in 8°. 1909—1910, т. XI, № 5, 6.

Труды Съѣздовъ русскихъ естествоисп. и врачей. *Москва*, in 8°. 1909, XII.

Труды Ихтіологической Лабораторіи каспійско-волжскихъ рыбн. и тюленьихъ промысловъ. *Астрахань*, in 8°. 1909, т. I, вып. 1—2.

Труды Терскаго отд. Имп. Русск. Техн. Общ. *Грозный*, in 8°. 1909, вып. IV; 1910, вып. I—IV.

Труды Общества Естествоиспытателей при Имп. Казанскомъ Университетѣ. *Казань*, in 4° и in 8°. 1908, т. XLI, вып. 1—6; 1909, т. XLII, вып. 1—6.

Труды Владимірскаго Общ. любителей Естествознанія. *Владим. губ.*, in 8°. 1910, т. III, вып. 1.

Труды Общества изслѣдов. Волыни. *Житоміръ*, in 8⁰. 1910, т. II—1910.

Труды Общества дѣтскихъ врачей. *Москва*, in 8⁰. 1909, т. XIV—XVII (1905—1908); 1910, т. XVIII.

Труды Бессарабскаго Общества Естеств. и Любителей ест. *Кишиневъ*, n 8⁰. 1908, т. I, 1907—1908, ч. 3.

Труды Имп. Вольнаго Экономическаго Общества. *Спб.*, in 8⁰. 1909, № 4—5; 1910, № 1—3.

Труды по Лѣсному Опытному дѣлу въ Россіи. *Спб.*, in 8⁰. 1909, вып. XVI—XXII; 1910, вып. XXIII, XXIV.

Труды С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей. *Спб.*, in 8⁰. 1909, Отд. Зоол. и Физіол., т. XXXIX, в. 2, ч. I; в. 2, ч. II; т. XL—1909, в. 3, 4; Отд. Ботан., т. XLI—1910, в. 1—3.

Труды Ботанич. музея Имп. Акад. Наукъ. *Спб.*, in 8⁰, 1910, в. VII.

Труды Имп. С.-Петербургскаго Ботаническаго сада. *Спб.*, in 8⁰. 1910, т. XXVI, в. 2; т. XXVII, в. 3; т. XXVIII—1909, в. 3.

Труды Геологич. музея Имп. Акад. Наукъ. *Спб.*, in 8⁰. 1908, т. II, в. 4; 1909, т. III, в. 2—5; 1910, т. IV, в. 1, 2.

Труды Геологическаго Комитета. *Спб.*, in 4⁰. 1909, Нов. сер. вып. XL, L, LI.

Труды почвенно-ботан. экспедиціи Управл. Земл. и Земледѣлія. *Спб.*, in 8⁰. 1909, вып. 1, 2, 6—8.

Труды Общества Русскихъ врачей въ С.-Петербургѣ. *Спб.*, in 8⁰. 1910, за 1909—910, № 1—12.

Труды бюро по прикладной ботаникѣ. *Спб.*, in 8⁰. 1908, ч. II, № 5—8.

Труды Общества одесскихъ врачей. *Одесса*, in 8⁰. 1909, в. IX.

Труды Общества физико-химическихъ наукъ *Харьковъ*, in 8⁰. 1910, Т. XXXVII.

Труды Имп. Р. Общества акклиматизаціи живот. и растеній. *Москва*, in 4⁰. 1910, т. VII (III) 1910.

Труды Общ. Естествоиспытателей при Имп. Варшавск. Унив. *Варшава*, 1910, ч. XVI—XIX (1905—908).

Труды Ярославскаго Естеств.-Историч. Общества. *Ярославль*, in 8⁰. 1909, т. II.

Указатель изданій Общества Естествоиспытателей при Имп. Казанскомъ Университетѣ. *Казань*, in 8⁰.

Указатель Русской Литературы по математикѣ, чист. и прикладнымъ ест. наукамъ, медицинѣ и ветеринаріи. Кіевъ, in 8⁰.

Acta Societatis Scientiarum Fennicae. *Helsingfors*, in 4°. 1908, T. XXXV; № 1—10; 1909, T. XXXVI, № 1—4; T. XXXVII, № 1—4, 9—11; XXXVIII, № 1—3; T. XXXIX; 1910, T. XL, № 1—4.

Annales Academiae Scientiarum Fennicae. *Helsinki*, in 8°. 1909, Serie A. T. I; Serie B. T. I; 1910, Serie B. T. II, № 1.

Beobachtungen (meteorologische) angestellt in Dorpat. *Dorpat*, in 8°. 1910, 1909.

Bidrag till kännedom om Finlands Natur och Folk. *Helsingf.*, in 8°. 1908, H. LXVII, № 1—3; 1909, LVXIII, № 1, 2.

Bulletin de la Société Imp. des Naturalistes de Moscou. *Moscou*, in 8°. 1908, № 1, 2.

Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences. *St.-Pétersbourg*, in 4°. 1909, № 18; 1910, Ser. VI, № 1—17.

Jahrbuch, Meteorologisches, für Finland. *Helsingfors*, in 4°. 1903, Bd III.

Meddelanden of Geografiska Föreningen i Finland. *Helsinki*, in 8°. 1909, VIII—1907—1909.

Mélanges de l'Acad. Imp. des Sciences de *St.-Pétersbourg*, 1908, T. XXII, № 10; 1909, T. XXIV, № 2.

Mémoires de l'Académie Imp. des Sciences. *St.-Pétersbourg*, in 4°. 1909, Serie 8, T. XVIII, № 7, 8, 10—16; 1910, T. XXI, № 3, 6; 1908, T. XXII, № 10, 1908—1909, T. XXIII, № 4—8; 1909, T. XXIV, № 1—10; 1910, T. XXV, № 1—4; 1909, T. XXVI, № 1; 1909, XXVII, № 1.

Mitteilungen aus der Livländischen Geschichte. *Riga*, in 8°. Bd. XX, H. 3.

Observations météorologiques publiées par la Société des sciences de Finlande. *Helsingfors*, in 4°. 1909, 1899—1900.

Ofversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar. *Helsingfors*, in 4° et in 8°. 1909, T. LI, 1908—1909, A. C.; 1909—1910, LII, A. C.

Prace Towarrystwa Naukowego Warszawskiego. *Warszawa*, in 8°. 1908, № 1; 1909, № 2; 1910, № 1.

Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Univ. *Dorpat*, in 8°. 1910, XVIII, 2—4.

Sitzungsberichte der Finnischen Akad. der Wissenschaften. *Helsinki*, in 8°. 1909, 1908.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Geschichte und Alterthumskunde der Ostseeprovinzen. *Riga*, in 8°. 1910, Jahr. 1909.

Sprawozdania Towarzijstwa Naukowego Warszawskiego. *Warszawa*, in 8°. Roc. I—1908, № 1—8; 1908—Dodatek Roc. I; 1909, Roc. II, № 1—9; 1910, Roc. III, № 1—3.

Wszechświat. *Warszawa,* in 4°. 1908, T. XXVII, № 1—4.

Wydawnictwa Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. *Warszawa,* in 8°. 1910, № 4.

Вернадскій, В. И. Парагенезисъ химическихъ элементовъ въ земной корѣ. Москва, 1909, in 8°.

Высоцкій, Г. Н. О лѣсорастительныхъ условіяхъ района Самарскаго Удѣльнаго округа. Ч. 2-я. Спб., 1909, in 8°.

Иллюстрированный опредѣлитель грибовъ Средней Россіи. I. Hymenomycetineae. Составила гр. Е. П. Шереметева, подъ ред. проф. Ѳ. В. Бухгольца. Часть II. Рига, 1909, in 8°.

Геологическія изслѣдованія въ золотоносныхъ областяхъ Сибири. Енисейскій золот. районъ. Вып. VIII. Спб., 1909, in 8°.

Кодисъ, Т. Переохлажденіе животнаго организма. Спб. 1903, in 8°.

Матеріалы по Археологіи Кавказа. Вып. XII, подъ ред. гр. Уваровой. Москва, 1909, in 4°.

Обзоръ Подольской губерніи за 1907 годъ, in 4°.

Отчетъ по Геологическому изслѣдованію фосфоритовыхъ залежей, подъ ред. проф. Як. Самойлова. Вып. I. Москва, 1909, in 8°.

Статистика Россійской Имперіи. Урожай 1909 г. въ Европейской и Азіатской Россіи. I. Озимые хлѣба и сѣно. Спб., 1909, in 4°.

Сырейщиковъ, Д. П. Иллюстрированная флора Московск. губерніи Подъ ред. А. Н. Петунникова. Часть III. Москва, 1910, in 8°.

Рамзай, В. Новѣйшая химія. Москва, 1910, ц. 2 р., in 8°.

Пупкинъ, З. Я. Къ методамъ опредѣленія щелочности крови. Спб., 1904, in 8°.

Флеровъ, А. Ф. О почвенно-ботаническихъ экспедиціяхъ переселенческаго управленія. Спб., 1909, in 8°.

Эбергардтъ, И. И. О клѣточныхъ формахъ крови и соединительной ткани у черепахи въ нормальномъ состояніи и при воспаленіи. Спб., 1907, in 8°.

Adolphs, A. Verhalten des Krystallwassers wasserhaltiger Salze im Vakuum. Heidelberg, 1904, in 8°.

Algermissen, J. Ueber das statische Funkenpotential bei grossen Schlagweiten und das Verhältnis von Spannung und Schlagweite für schnelle Schwinckungen. Leipzig, 1905, in 8°.

Balcom, W. Die chemische Kinetik der Kohlendioxydabspaltung aus Camphocarbonsäure. Heidelberg, 1905, in 8°.

Bambach, A. Ueber Dihydrazidchloride. Heidelberg, 1905, in 8°.

Beal, L. The relations between birds and insects. Washington, 1908, in 8⁰.

Berg, L. Ueber Synthesen der Isoölsäure $C_{15}H_{31}CH = CHCO_2H$. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Bopp, K. Die Kegelschnitte des Gregorius a St. Vincentio in vergleichender Bearbeitung. Leipzig, 1906, in 8⁰.

Brittlebank, C. Ueber Thioharnstoffcuprosalze. Strassburg, 1905, in 8⁰.

Bucholtz, F. Verzeichnis der bisher für die Ostseeprovinzen Russlands bekannt gewordenen Peronosporineae. Riga, 1909, in 8⁰.

Buckendahl, O. Ueber Schallgeschwindigkeit und Verhältnis der spezifischen Wärmen von Kohlensäure und Stickstoff bei gewöhnlichen und hohen Temperaturen. Heidelberg, 1906, in 8⁰.

Büchel, H. Ueber ein nicht holonomes System: Die Rollbewegung einer Kugel in einer Kugelschale. Gera, 1906, in 8⁰.

Buch, A. Ueber Isobutylhydrazin und Diisobutylhydrazin. Heidelberg, 1904, 8⁰.

Founder's Day 1902. Carnegie Institute. Pittsburgh, 1909, in 8⁰.

Dalmberg, O. Ueber die Isolierung von neunzehn höheren Normalparaffinen aus Braunkohlenparaffin durch Vacuumdestillation. Frankfurt a M., 1905, in 8⁰.

Deschauer, J. Ueber die Kondensation von Aceton mit Bernsteinsäureester. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Dittmann, A. Ueber die durch Zinnerzpneumatolyse aus Granit entstehenden Umwandlungsgesteine. Heidelberg, 1909, in 8⁰.

Dubbels, H. Ueber den Einfluss der Dunkelheit auf die Ausbildung der Blätter und Ranken einiger Papilionaceen. Kiel, 1904, in 8⁰.

Dyer, C. Ueber Kaffeesäure und einige ihrer *a*-substituierten Derivate. Heidelberg, 1906, in 8⁰.

Chodat, R. Les ferments oxydants. Zurich, 1905, in 8⁰.

— Nouvelles Recherches sur les ferments oxydants. Genève, 1907, in 8⁰.

— Études de Morphologie et de Physiologie cellulaire. Genève, in 8⁰.

— Note sur la florule pélagique d'un lac de Montagne. Genève, in 8⁰.

— expose à la Société le résultat des recherches qu'il a entreprises sur la membrane plasmique, in 8⁰.

Chodat, Prof., présente un travail monographique sur la famille des Kraméríacées, in 8⁰.

Chodat, R. Les dunes lacustres de Sciez et les Garides. Berne, 1902, in 8⁰.

— Sur la transformation des grains de chlorophylle en Leucites Amylogénes dans le pseudobulbe de Calanthe Sieboldti. Genève, 1890, in 8⁰.

— Observations tératologiques. Avec 1 pl. Genève, 1889, in 8⁰.

— Contribution à l'étude des plastides. Genève, 1891, in 8⁰.

Chodat, R. et *Wilczek, E.* Contributions à la flore de la république Argentine. Genève, 1902, in 8⁰.

Chodat, R. et *Pampanini, R.* Sur la distribution des plantes des Alpes Austro-Orientales et plus particulièrement d'un choix de plantes des Alpes Cadoriques et Vénitiennes. Genève, 1902, in 8⁰.

Chodat et *Huber.* Développement des Pédiastrum. Lausanne, 1894, in 8⁰.

Ebler, E. Analytische Operationen mit Hydroxylamin- und Hydrazinsalzen. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Ecker, O. Ueber das Verhalten der α, β—γ, δ-ungesattigten Ketone bei der Reduktion. Strassburg, 1906, in 8⁰.

Eisenlohr, F. Ueber Alkyliden-Malonestersäuren. Heidelberg, 1906, in 8⁰.

Faitelowitz, A. Studie zur Kenntnis der Milch-Katalyse des Wasserstoffsuperoxydes und deren Lähmung durch negative Katalysatoren. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Fleet, R. Ueber die Quadraturen von integralen partieller Differentialgleichungen. Lipzig, 1904, in 8⁰.

Fraenckel, F. Ueber die Existenzgebiete der Ferrosulfat-Hydrate. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Freudenberg, W. Geologie und Petrographie des Katzenbuckels im Odenwald. Heidelberg, 1906, in 8⁰.

Frey, H. Ueber das Vorzeichen gewisser bestimmter Integrale. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Friederich, E. Beitrag zum Benzolproblem. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Frucht, M. Aenderung der Leitfähigkeit Joser Contakte. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Gockel, H. Ueber die Einwirkung von Hydrazinhydrat auf Monobrombernsteinsäureester. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Goeldi, E. A. Retrospecto bibliographico sobre o primeiro decennio da existencia do Mesino museu. 1879—1904. Bern, 1905, in 8⁰.

Gottschalk, W. Ueber die Verwendung des Ozons zur Ausführung quantitativer Analysen. Heidelberg, 1906, in 8⁰.

Giese, W. Ueber Einwirkung von Chlor auf den p-Oxybenzolaldehyd. Kiel, 1905, in 8⁰.

Giesserr, K. Ueber die Reduktion ungesättigter Carbinole. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Greeff, R. Ueber die Darstellung von Alkylhydrazinen und Alkylenhydrazinen. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Gross, R. Zur Kenntnis der Chinazolinderivate. Heidelberg, 1906, in 8°.

Grüters, F. Ueber die letzten Abbauprodukte der Stärke bei der Hydrolyse mit Oxalsäure unter besonderer Berücksichtigung der dierssenschen (Lintnerschen) «Isomaltose». Leipzig, 1904, in 4°.

Johnston-Lavis, F. G. Sur une plate-forme néolithique à Beaulieu (Alpes-Maritimes). Monaco, 1906, in 8°.

Johnston-Lavis, T. G. and *Spencer, I. I.* On chlormanganokalite, a new Vesuvian mineral; with notes on some of the associated mineral. 1908, in 8°.

Johnston-Lavis, Bauermann, H., Rudrel, W. and *I. H. Teall.* On the Volcanic Phenomena of Vesuvius and its Neighbourhood. 1890, in 8°.

Johnston-Lavis, H. G. Notes on the Geography, Geology, Agriculture and Economics of Iceland. 1895, in 8°.

— Note sur le remarquable Volcan de Tritriva au centre de l'île de Madagascar. Bruxelles, 1909, in 8°.

— Excursion to the south Italian Volcanoes. Naples, 1891, in 8°.

— L'eruzione del Vesuvio del 7 Guigno 1891. Roma, 1891, in 8°.

— De la relation existant entre l'activité du Vésuve et cartains phénomènes météorologiques et astronomiques. Bruxelles, 1907, in 8°.

— Fifty conclusions relating to the eruptive phenomena of Monte Somma, Vesuvius and volcanic action in general. Naples, 1890, in 8°.

— Notes on the Pipernoid Structure of Igneous Rocks. London, 1893, in 8°.

— Du rôle des Mollusques alimentaires. Lyon, 1895, in 8°.

— Bibliography of the geology and eruptive phenomena. Naples, 1891, in 8°.

— Su una Rocciu contenente leucite trovata sull' Etna. With 1 Tav. Napoli, 1888, in 8°.

— The state of the active Sicilians volcanoes in September 1889, 1890, in 8°.

— The ejected Blocks of Monte Somma. 1893, in 8°.

— Some truths about Vittel, Contrexeville and Martigny. 8°.

— The mechanism of volcanic action. London, 1909, in 8°.

— The extension of the Mellard Reade and C. Davison Theory of secular straining of the earth to the explanation of the deep phenomena of volcanic action. London, 1890, in 8°.

— The prescribers guide to the Harrogate mineral waters. London, 1892, in 8°.

— Notes on the eruption of Vesuvius, 1906, in 8°.

— The volcanic phenomena of Vesuvius and its nieghbourhood. London, in 8⁰.

— Liste des travaux scientifiques de 1876 à 1895. Lyon, 1895, in 8⁰.

Sarasin, Ch. Revue géologique de 1899—1908.

— Archives des sciences physiques et naturelles: Complements sur la tectonique du massif des Annes. Avec 1 pl. Genève, 1903, in 8⁰.

— La Chaîne du Simplon au point de vue géologique. Genève, 1905, in 8⁰.

— De l'origine des roches exotiques du flysch. Genève, 1894, in 8⁰.

— La station préhistorique du Schweizersbild. Genève, 1897, in 8⁰.

— Les formations infracrétaciques de la chaîne pléiades-corbettis-niremont. Genève, 1901, in 8⁰.

— Quelques observations sur la région des Vergys, des Annes et des Aravis. Avec. 1 pl. Lausanne, in 8⁰.

Étude sur les Oppelia du groupe du nisus et les Sonneratia du groupe du bicurvatus et du raresulcatus. 3 pl. Paris, 1893, in 8⁰.

— Quelques considérations sur les genres Hoplites, Sonneratia, des Moceras et Puzosia. Paris, 1897, in 8⁰.

Sarasin, Ch. et *Collet, L. W.* La zone des cols et la géologie du chamossaire. Genève, 1907, in 8⁰.

— Notice complémentaire sur la zone des cols dans la région de la lenck. Genève, 1906, in 8⁰.

— La zone des cols dans la région de la lenck et adelboden. Genève, 1906, in 8⁰.

Sarasin et *Ch. Schöndelmayer.* Étude monographique des ammonites du crétacique inférieur de Chatel-Saint-Denis. Genève, 1901, in 8⁰.

Dufour, H. Observations météorologiques faites à la station météorologique du Champ-de-l'air. Lausanne, 1909, in 8⁰.

Häberle, D. Paläontologische Untersuchung triadischer Gastropoden aus dem Gebiet von Predazzo. Heidelberg, 1908, in 8⁰.

Hartogt, F. Beitrag zur Chemie der Mineralöle nebst einem Anhange, die Mineralöle enthaltend. Bonn, 1908, in 8⁰.

Herder, M. Ueber einige neue allgemeine Alkaloidreagentien und deren mikrochemische Verwendung. Strassburg i E., 1905, in 8⁰.

Hertz, W. Ueber partielle Differentialgleichungen. Göttingen, 1903, in 4⁰.

Heymann, F. Die Spaltungsprodukte des symmetrischen Dinitrobenzoylacetessigesters. Kiel, 1903, in 8⁰.

Hobohm, I. Beiträge zum Studium der Hautreflexe. Kiel, 1904, in 8⁰.

Hooker's Icones plantarum. Vol. X. London, 1910, in 8⁰.

Hünecke, G. Zur Anatomie der Pleurothallidinae. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Katalog-accessions. Sveriges offentliga bibliotek. Stockholm, 1908—9, in 8⁰.

Kaphahn, S. Beiträge zur Anatomie der Rhynchosporeenblätter und zur Kenntnis der Verkieselungen. Mit 3 Taf. Leipzig, 1904, in 8⁰.

Karlowa, H. Ueber Derivate der x-Bromundecylsäure $C_{11} H_{21} BrO_2$. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Koeck, K. Ueber Tertiärbutylhydrazin und Di (tertiär)- butylhydrazin. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Kohlmann, R. Beiträge zur Kenntnis der Strömungen der westlichen Ostsee. Kiel, 1905, in 4⁰.

Keller, K. Ueber hydrolytische Aufspaltung der Wollsubstanz. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Krell, C. Ueber Dekamethylenimin. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Kress, K. Wirkungsweise einiger Gifte auf den isolierten Dünndarm von Kaninchen und Hunden. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Krüger, A. Untersuchungen über das Pankreas der Knochenfische. Kiel, 1904, in 4⁰.

Lebach, H. Ueber einige Derivate von Säureamiden. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Leber, A. Zum Stoffwechsel der Krystalllinse. Leipzig, 1905, in 4⁰.

Lenhard, F. Ueber die Einwirkung einiger Säureazide auf Harnstoff, und von Phenylcarbaminsäureazid auf Glykokoll. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Leschke, M. Beiträge zur Kenntnis der pelagischen Polychaetenlarven der Kieler Fohrde. Kiel, 1903, in 4⁰.

Lorenz, H. Beiträge zur Kenntnis der Keimung der Winterknospen von Hydrocharis morsus ranae, Utricularia vulgaris und Myriophyllum verticillatum. Kiel, 1903, in 8⁰.

Luther, A. Die Eumesostominen. Mit 9 Taf. Leipzig, 1904, in 8⁰.

Malcolm, H. Ueber den Einfluss der elektrischen Fortführung auf die Doppelbrechung der Gallerte. Göttingen, 1906, in 8⁰.

Mariupolsky, P. Die philosophische Begründung der Evolutionstheorie Herbert Spencer's. Helsingfors, 1904, in 8⁰.

Mayer, W. Beiträge zur Kenntnis der Hautsinnesorgane bei Rhynchobdelliden. Mit 3 Taf. Leipzig, 1906, in 8⁰.

Merton, H. Ueber die Retina von Nautilus und einigen dibranchiaten Cephalopoden. Leipzig, 1905, in 8⁰.

Merz, *L.* Ueber das Verhalten der Elemente und Verbindungen der Schwefelgruppe im Vakuum. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Metcalf, *M.* Opalina. Its Anatomy and Reproduction, with Description of Infection Experiments and a Chronological Review of the Literature. Oberlin, 1909, in 8⁰.

Moschick, *P.* Roger Barrys Sternverzeichnis nach den Beobachtungen am Mauerquadranten der Sternwarte zu Mannheim in den Jahren 1807—1811. Rostock, 1905, in 4⁰.

Muckle, *P.* Morphologie des Kraichgaus. Heidelberg, 1908, in 4⁰.

Müller, *E.* Das optische Verhalten der kolloidalen Metalle. Leipzig, 1907, in 8⁰.

Rottmann, *W.* Ueber die Synthese n-propylirter und isopropylirter Benzolkohlenwasserstoffe. Heidelberg, 1905, in 8⁰.

Sars, *G.* An account of the Crustacea of Norway. Bergen, 1909, in 8⁰.

Seufert, *O.* Kritische Untersuchungen über den Ersatz der Ehrlich'schen Diazoreaktion durch die Russo'sche Methylenblaureaktion. Heidelberg, 1906, in 8⁰.

Schmidt, *K.* Ueber hochmolekulare aliphatische Aldehyde. Heidelberg, 1909, in 8⁰.

Stern, *E.* Die chemische Kinetik der Benzoinsynthese. Leipzig, 1904, in 8⁰.

Stiehr, *G.* Ueber das Verhalten der Wurzelhärchen gegen Lösungen. Kiel, 1903, in 8⁰.

Tappeiner, *F.* Untersuchungen über den Angriffsort der fluoreszierenden Substanzen auf rote Blutkörperchen. Munchen, 1908, in 8⁰.

Taube, *E.* Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Euphausiden. Leipzig, 1909, in 8⁰.

Teltscher, *F.* Ueber die Einwirkung von Aether und Aluminiumchlorid auf m-Toluidin. Heidelberg, 1906, in 8⁰.

Trompke, *A.* Ueber einen Fall von Chromsäurenvergiftung. Kiel, 1902, in 8⁰.

Thompson, *I.* Ueber das Diazotieren von Polyglycylverbindungen. Heidelberg, 1906, in 8⁰.

Vetterlein, *R.* Beiträge zur Kenntnis der Teraconsäure. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Vockerodt, *L.* Ueber die Entwickelung von Thetaquotienten in unendliche Reihen. Braunschweig, 1905, in 8⁰.

Voss, *W.* Neue Versuche über das Winden des Pelanzenstengels. Kiel, 1902, in 4⁰.

Wanderscheck, H. Zur Kenntnis des U-Benzylisochinolins und des U-B-Dibenzylisochinolins. Rendsburg, 1903, in 8⁰.

Welde, E. Ueber die Umlagerung von Diazoacetylglycinester in Triazolonderivate. Heidelberg, 1908, in 8⁰.

Wiess, H. Pharmakognostische und phytochemische Untersuchung der Rinde und der Früchte von Aegiceras majus G,, mit besonderer Berücksichtigung des Saponins. Strassburg i E., 1906, in 8⁰.

Wetzell, F. Beiträge zur perkutanen Taberkulinreaktion nach Moro. Würzburg, 1908, in 8⁰.

— Ueber die Umlagerungen der β 7 unges. a Hydroxysäuren in a β8 β7 unges. Laktone. Darmstadt, 1906, in 8⁰.

Weyrich, A. Ueber Autokondensation von Säurechloriden. Heidelberg, 1909, in 8⁰.

Wilke, E. Periodische Erscheinungen bei der Quecksilberkatalyse des Wasserstoffsuperoxyds. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Willmanns, G. Ueber die Säureimidohydrine. Bonn a. Rh., 1904, in 8⁰.

Wilkens, A. Untersuchungen über Poincare'sche periodische Lösungen des Problems der drei Körper. Kiel, 1905, in 8⁰.

Winawer, B. Dielektrische Untersuchungen, insbesondere an Erdalkaliphosphoren. Heidelberg, 1909, in 8⁰.

Wolfheim, R. Experimentelle Untersuchungen über die Durchlässigkeit des Keimepithels für corpusculäre Elemente und Bakterien. Berlin, 1906, in 8⁰.

Zapp, E. Untersuchung eines speziellen Falles des Drei- und Vierkörperproblems. München, 1908, in 8⁰.

Zickert, H. Das Eindringen der Böhmischen Braunkohle in ihr gegenwärtiges Absatzgebiet. Heidelberg, in 8⁰.

Zuelzer, M. Beiträge zur Kenntnis von Difflugia urceolata Carter. Heidelberg, 1904, in 8⁰.

Séance solennelle de distribution des prix de concours et de présentation du nouveau Recteur 4 juin 1908. Les caractères distinctifs du Français moderne. Genève, 1908, in 8⁰.

Вернадскій, В. И. Объ изомеріи въ группѣ алюмо- и феррисиликатовъ. Спб., 1909, in 8⁰.

Зайцевъ, А. М. Къ вопросу объ организаціи экскурсіи Ялтинскаго отд. Крымско-Кавказскаго горнаго клуба. Ялта, 1909, in 16⁰.

— Къ петрографіи Крыма. Москва, 1909, in 4⁰.

Геологическія изслѣдованія въ золотоносныхъ областяхъ Сибири. Енисейскій золотоносный районъ. Вып. VII. Спб., 1909, in 8⁰.

Карандѣевъ, В. В. Кабинетъ минералогіи и кристаллографіи высшихъ женскихъ курсовъ въ Москвѣ. Истор. очеркъ и современное состояніе. Москва, 1909, in 8⁰.

— О кристаллической формѣ и оптическихъ свойствахъ двойной соли праваго виннокислаго антимонилъ-свинца и азотнокислаго калія. Съ 1 табл. Москва, 1904, in 8⁰.

Новиковъ, М. Біологическія станціи Адріатическаго моря. Москва, 1909, in 8⁰.

Рожественскій, А. Л. Аэропланъ, Москва, 1909, in 8⁰.

Стрижовъ, И. Н. Утилизація естественнаго газа изъ скважинъ на нефтяныхъ промыслахъ. Грозный, 1908, in 8⁰.

Borgeaud, Ch. Histoire de l'Université de Genève. L'Académie de Calvin dans l'Université de Napoléon. Genève, 1909, in 4⁰.

Julliard, Ch. Catalogue des ouvrages, articles et mémoires. Genève, 1909, in 8⁰.

Chodat, R. Etude critique et expérimentale sur le Polymorphisme des Algues. Avec 21 pl. Genève, 1909, in 8⁰.

Claparède, H. Les Burgondes jusqu'en 443. Genève, 1909, in 8⁰.

Clarke, F. W. The statistical method in chemical geology. 1906, in 8⁰.

— The alkaline reaction of some natural silicates. 1898, in 8⁰.

— The development of chemistry. 1902, in 8⁰.

— The progress and development of chemistry during the nineteenth century. Washington, 1904, in 8⁰.

— Chemistry in the United States. Washington, 1897, in 8⁰.

— A pseudo-serpentine from Stevens county, Washington, 1903, in 8⁰.

— Wolcott Gibbs memorial lecture. 1909, in 8⁰.

— The calculation of atomic weights. 1902, in 8⁰.

— On basic substitutions in the zeolites. Washington, 1905, in 8⁰.

— A new law in thermochemistry. Washington, 1903, in 8⁰.

Clarke T. W. and *Schneider, E. A.* Experiments upon the constitution of certain micas and chlorites. 1892, in 8⁰.

— Experiments upon the constitution of the natural silicates. 1890, in 8⁰.

Clarke, F. W. and *Steiger, G.* The action of ammonium chloride upon certain silicates. 1902, in 8⁰.

— The action of ammonium chloride upon natrolite, scolecite, prehnite and pectolite. 1900, in 8.

Crue, F. L'action politique de Calvin hors de Genève d'après sa correspondance. Genève, 1909, in 8°.

Eternod, A. C. F. L'oeuf humain. Implantation et gestation. Trophoderme et placenta. Genève, 1909, in 8°.

Fulliquet, G. Le problème de la Souffrance. Genève, 1909 in 8°.

Jägerskiöld, L. A. Results of the Swedisch Zoological Expedition to Egypt and the White Nile. Uppsala, 1909, in 8°.

Janet, Ch. Sur la morphologie de l'Insecte, 1909. Limoges, 1909, in 8°.

— Anatomie du corselet et histolyse des Muscles vibrateurs, après le vol nuptial, chez la reine de la fourmie (Lasius niger). Texte et planches. Limoges, 1907, in 8°.

Karandeeff, B. Thermische Analyse des Systems K_2SO_4 — KF. Stuttgart, 1909, in 8°.

— Ueber die Kristallform und die optischen Eigenschaften des Bleiformiats Pd $(COOH)_2$. Stuttgart, 1910, in 8°.

Martin, A. Observations sur les pouvoirs attribués au juge par le Code civil suisse. Genève, 1909, in 8°.

Meumann, G. A. Observations sur le Système du droit privé. Genève, 1909, in 8°.

Montet, E. Le culte des saints musulmans dans l'Afrique nord et plus spécialement au Maroc. Genève, 1909 in 8°.

Naville, E. Les Têtes de pierre déposées dans les tombeaux égyptiens. Genève, 1909, in 8°.

Partsch, I. De l'édit sur l'alienatio judicii mutandi causa facta. Genève, 1909, in 8°.

Prospectus of the agricultural research Institute and College, Pusa. Calcutta, 1909, in 8°.

Reverdin, I. Quelques remarques sur l'énucléation intraglandulaire dans le goître. Genève, 1909, in 8°.

Seitz, Ch. L'historien Niebuhr Citoyen de Genève. Genève, 1909, in 8°.

Wuarin, L. L'Avenir des Campagnes. Genève, 1909, in 8°.

Handbook to the determination of the Ferns of the Malayan Islands. Batavia, 1909, in 8°.

Абутьковъ, Л. В. Почвы долины р. Кальджира въ Семипалатинской области (Труды почвенно-ботаническихъ экспедицій по изслѣдованію колонизаціонныхъ районовъ Азіатской Россіи. Ч. I. Почвенныя изслѣдованія 1908). Спб., 1909, in 8°.

Гриневскій, Ф. А. Біологическая характеристика явленій инфекціи. Сбор. статей, Москва, 1910, in 8⁰.

— Докладъ на съѣздѣ фабричныхъ врачей и предст. фабр.-зав. промышлен. Москва, 1908, in 8⁰.

Обзоръ Эстляндской губерніи за 1907 г.

Обзоръ Эстлянской губ. за 1908 г. Ревель, 1908, in 4⁰.

Отчетъ о гидротехническихъ работахъ переселенческаго управленія въ 1908 г. Спб., 1910, in 8⁰.

Отчетъ о работахъ по образованію переселенческихъ участковъ въ Азіатской Россіи въ 1908 г. Спб., 1909, in 8⁰.

Отчетъ (краткій) объ агрономическихъ изслѣдованіяхъ и мѣропріятіяхъ въ Азіатской Россіи въ 1908 г. Спб., 1909, in 8⁰.

Пачоскій, І. К. Обзоръ враговъ сельскаго хозяйства Херсонской губерніи и отчетъ по естественно-историческому музею за 1908—1909, in 8⁰.

Сергѣева-Эльдарова, М. Списокъ организмовъ, найденныхъ Ихтіологической лабораторіей въ дельтѣ р. Волги, in 8⁰.

Стасевичъ, А. Н. Почвы въ бассейнѣ рѣкъ Конъ и Сары-Су въ Акмолинскомъ уѣздѣ. Спб., 1909, in 8⁰.

Смирновъ, В. П. Почвы долины р. Лебедь и ея притоковъ (Горный Алтай). Труды почвенно-ботаническихъ экспедицій по изслѣдованію колонизаціонныхъ районовъ Азіатской Россіи Ч. I. Почвен. изслѣд. 1908 г. Вып. 4. Спб. 1909, in 8⁰.

Скаловъ, Б. А. Матеріалы по изслѣдованію колонизаціонныхъ районовъ Азіатской Россіи. Описаніе средней части Тургайско-Уральскаго района. Спб., 1909, in 8⁰.

Naville, A. La Logique de l'Identité et celle de la Contradiction. Genève, 1909, in 8⁰.

Nicole, I. Textes grecs inédits de la Collection papyrologique de Genève. Avec 6 pl. Genève, 1909, in 8⁰.

Oltramare, P. La Formule bouddhique des douze causes. Genève, 1909, in 8⁰.

Poyarkoff, E. Organe sensoriel nouveau et histologie des muscles de la larve de Tetraphynchus papillifer n. sp. Bordeaux, 1909, in 8⁰.

Sergueéff, M. Contribution à la morphologie et la biologie des Aponogétonacées. Genéve, 1907, in 8⁰.

— Répartition géographique du Genre Iberis L. Genève, 1908, in 8⁰.

Tables générales des publications de la Société Entomologique de Russie ainsi que des articles, des synopsis et des formes nouvelles y contenues 1859—1908. Dressées par *B. Oshanine.* S. Pétersb., 1910, in 8⁰.

Къ пятидесятилѣтію Русскаго Энтомологическаго Общества. 1860—1910. Спб., 1910, in 8°.

Матеріалы для оцѣнки земель Самарской губ. Ест.-Истор. часть. т. III. Новоузенскій уѣздъ. Геологическій и почвенный очеркъ. Составили С. Неустроевъ и А. Безсоновъ. Самара, 1909, in 8°.

Knorr, F. Friedhöfe der älteren Eisenzeit in Schleswig-Holstein. Mit 6 Taf. Kiel, 1910, in 8°.

Борисякъ, А. Pelecypoda черноморскаго планктона. Спб., 1905, in 4.

Криштафовичъ, Н. І. О послѣднемъ ледниковомъ періодѣ въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ. Москва, 1910, in 8°.

Отчетъ Русскаго Общества міровѣдѣнія за 1909 г. Спб., 1910, in 8°.

Планъ устройства заповѣднаго участка на островѣ Морицгольмѣ въ Курляндіи. Рига, 1910, in 8°.

Писаревскій, Г. Изъ исторіи иностранной колонизаціи въ Россіи въ XVIII в. Москва, 1909, in 4°.

Статистика Россійской Имперіи LXXI. Урожай 1909 г. въ Европейской и Азіатской Россіи. II. Яровые хлѣба, картофель, ленъ, конопля и хлопокъ. Спб., 1910, in 4°.

Щадите наши памятники природы! Возваніе Русскаго Общества Естествоиспытателей. Рига, 1910, in 16°.

André Ed. et Ern. Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie T. X. fasc. 105—106. Paris, 1910, in 8°.

Busz, K. Ueber Kainit von Stassfurt und Carnallit von Beienrode, Stuttgart, 1907, in 8°.

— Granophyre dyke in the Gabbro of Ardnamurchan. London, 1900, in 8°.

Chodat, R. et Hassler, E. Plantae Hasslerianae soit énumération des plantes récoltées au Paraguay. Part. 2. Genève, in 8°.

Chodat. R. Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues. Avec XXX pl. Genève, 1909, in 8°.

— Excursions botaniques en Espagne et au Portugal. Genève, 1909, in 8°.

— Monographia Polygalacearum. Genève, 1893, in 4°.

Dawydoff, S. Sur la régénération de l'extrémité postérieure chez les némertiens. St. Pétersb., 1909, in 4°.

Dollfus, G. et *Cotler, B.* Mollusques tertiaires du Portugal. Le Pliocène au nord du Tage (Plaisancien). I Partie, Pelecypoda. Avec 9 pl. Lisbonne, 1909, in 4°.

Dybowski, W. Beiträge zur Kenntnis der Binnen-Mollusken Littauens. Mit. 2 Taf. St.-Petersb., 1908, in 8⁰.

Laufer, B. Chinese pottery of the han dynasty. Leiden, 1909. in 8⁰.

Müller, H. Essexit und verwandte Gesteine der Löwenburg im Siebengebirge am Rhein. Stuttgart, 1907, in 8⁰.

Meyer, W. Die Porphyre des Westfälischen Diluviums. Stuttgart, 1907, in 8⁰.

Moltschanoff, L. A. Die Chaetognathen des Schwarzen Meeres. St.-Petersb., 1909, in 8⁰.

— Beitrag zur Morphologie und Physiologie der Priapuliden. St.-Petersb. 1908, in 4⁰.

Les prix Nobel en 1907. Stockholm, 1909, in 8⁰.

Nontcheff, P. Recherches sur l'anatomie des feuilles du genre Cliffortia. Genève, 1909, in 8⁰.

Salensky, W. Ueber die Metamorphose des Echiurus. 1—4, 5—6. St.-Petersb., 1908, in 4⁰.

— Ueber die embryonale Entwicklung des Prosorochmus viviparus Uljanin. S.-Petersb., 1909, in 4⁰.

— Ueber den Bau und die Entwicklung der Schlundtaschen der Spioniden. St.-Petersb., 1908, in 4⁰.

Shand, I. Ueber Borolanit und die Gesteine des Cnoc-na-Sroine-Massivs in Nord-Schottland. Stuttgart, 1906, in 8⁰.

Thurston, Ed. Castes and Tribes of southern India. Vol. I, A and B.

— Vol. II, C to J.

— Vol. III, K.

— Vol. IV, K—M.

— Vol. V, M—P.

— Vol. VI, P—S.

— Vol. VII, T—Z. Madras, 1909, in 8⁰.

Wegner, Th. Führer zu den Exkursionen der zweiten Hauptversammlung des Niederrheinischen Geologischen Vereins. Mit 18 Taf. Münster, 1908, in 8⁰.

— Beitrag zur Kenntnis des Alters Teutoburger Waldes und des Wesergebirges. Stuttgart, 1909, in 8⁰.

— Ueber das Vorkommen des Salmiaks bei vulkanischen Eruptionen. Stuttgart, 1907, in 8⁰.

— Beobachtungen über den Ausbruch des Vesuv im April 1906, in 8⁰.

— Ueber Wünschelrute. Stuttgart, 1909, in 8⁰.

Анучинъ, Д. Н. Доисторическая Москва. Москва, 1909, in 4°.

Благовѣщенскій. Описаніе почвъ Чусо-Ангарскаго водораздѣла въ Енисейскомъ районѣ. Переселенч. Управл. Управл. Землеустр. и Земледѣлія. Спб., 1910.

Вернадскій и Ферсманъ. Объ иксіонолитѣ изъ Ильменскихъ горъ. Спб., 1910 in 4°.

— Дискразитъ изъ Залатны въ Трансильваніи. Спб., 1910, in 4°.

Вернадскій, В. И. Парагенезисъ химическихъ элементовъ въ земной корѣ. Москва, 1910, in 8.

Воскресенскій, А. Стоваинъ. Одесса, 1910, in 8°.

Глинка, К. Д. Краткая сводка данныхъ о почвахъ Дальняго Востока. Спб., 1910, in 8°.

Ивановъ, А. П. Опредѣлитель ископаемыхъ верхне- и средне-каменноугольныхъ отложеній Московской губерніи. Москва. 1910, in 16°.

Иностранцевъ, А. А. Вода и почва Петербурга. Спб., 1910 in 8°.

Справочная книжка для ходоковъ и переселенцевъ на 1910 годъ. Съ путевой картой Азіатской Россіи. Спб., 1910, in 8°.

Личный составъ Импер. Юрьевскаго Университета 1909. Юрьевъ, 1909, in 4°.

Обозрѣніе лекцій въ Имп. Юрьевскомъ Университетѣ. 1909 г., ч. I., II сем. Юрьевъ, 1909, in 8°.

Отчетъ за 1908 г. по зачисленію долей ходоками и водворенію переселенцевъ въ Азіатской Россіи. Спб., 1909, in 8°.

Отчетъ по Темирскому опытному полю Тургайско-Уральскаго переселенческаго района 1907—1908. Составилъ С. К. Чаяновъ. Спб., 1910, in 8°.

Предварительный отчетъ объ организаціи и исполненіи работъ по изслѣдованію почвъ Азіатской Россіи въ 1909 г. Спб., 1910, in 8°.

Предварительный отчетъ о ботаническихъ изслѣдованіяхъ въ Сибири и въ Туркестанѣ въ 1909 г. Спб., 1910, in 8°.

Обзоръ Подольской губерніи за 1908 годъ in 8°.

Мезерницкій, П. Г. Ксантиновыя основанія; матеріалы къ вопросу о роли ихъ при атрофическихъ циррозахъ печени. Спб., 1909, in 8°.

Мокржецкій, С. А. Вредныя насѣкомыя и болѣзни растеній, наблюдавшіяся въ Таврической губ. въ теченіе 1909 года. Симферополь, 1910, in 8°.

Новиковъ, М. Изслѣдованія о теменномъ глазѣ ящерицъ. Съ 6-ю табл. Москва, 1910, in 8°.

Павловъ, А. П., проф. О древнѣйшихъ на землѣ пустыняхъ. Москва, 1910, in 8°.

Павловъ, А. В. Оползни около Батраковъ на правомъ берегы р. Волги. *Москва,* 1907, in 4⁰.

Россиковъ, К. Н. Отвѣтъ на статью г. Ивана Шевырева «по поводу одной сельскохозяйственной монографіи». Спб., 1910, in 8⁰.

Стрижовъ, И. Н. Бѣлая нефть въ Грозномъ. Грозный, 1910, in 8⁰.

— Замѣтка о геологическомъ строеніи и нефтеносности мѣстности къ югу отъ ст. Геранъ, въ Елизаветпольской губерніи. Кіевъ, 1910 in 8⁰.

Sokolow, D. N. Ueber Aucellen aus dem Norden und Osten von Sibirien. Съ 3 табл. Спб. 1908, in 4⁰.

Соколовъ, Д. Н. Извлеченіе изъ матеріаловъ А. О. Михальскаго. Съ 1 табл. Спб., 1907, in 8⁰.

— Гоологическія изслѣдованія въ юго-восточной части 130-го листа геологической карты Европ. Россіи. Съ 1 табл. Спб., 1908, in 8⁰.

— О древнѣйшихъ ауцеллахъ. Спб. 1908, in 8⁰.

— Дневныя бабочки въ юго-западныхъ предгоріяхъ Урала. Оренбургъ, 1897, in 8⁰.

Тульчинскій, К. Н. Восточно-Сибирская Горная Область въ 1907 г. Томскъ, 1909, in 8.

Тутковскій, П. А. Ископаемыя пустыни сѣвернаго полушарія. Москва, 1910, in 8⁰.

Тихомировъ, В., проф. Спорынья и ея культура въ комнатѣ. Москва, 1909, in 8.

— Основы фармакогнозіи. Москва, 1910, in 8⁰.

Le opere di Galileo Galilei. Vol. XX, Firenze, 1909, in 4⁰.

Huygens Chr. Oeuvres complètes XII. Travaux de Mathématiques pures. 1652—1656. 1910, in 4⁰.

The Danish Ingolf-expedition. Vol. VI, part 3. Copenhagen, 1910, in 4⁰.

Résultats du Voyage du S. Y. Belgica en 1897—1898—1899. Botanique—1909; Zoologie—1908; Géologie—1909; Océanographie—1908. Anvers, in 4⁰.

Catalogue International of scientific literatur. H. Geology, 1909.

— G. Mineralogy, 1909.

— K. Palaeontology, 1909.

— M. Botany, 1910.

— N. Zoology, 1910. London, 1909—1910, in 8⁰.

Pethö Gyula. Ac. Pétervváradi hegység (Fruska Gora) Krétaidöszaki (Hiperszenon.) Faunája. Budapest, 1910, in 8⁰.

Mac Donald. A plan for the Study of Man. Bibliography of Child Study. Washington, 1902, in 8⁰.

Koraen, T. Sur les relations du gradient barométrique avec le vent et avec quelques autres éléments météorologiques a O-gyalla et a Hornsrev. Upsala, 1910, in 8°.

Ducloux, E. H. La Enseñanza de la Quimica en la Universidad Nacional de la Plata. Buenos-Aires, 1909, in 8°.

Internationaler Ornithologen-Kongress Berlin. 30 Mai bis 4 Juni 1910, in 8°.

An historical sketch of the Springfield museum of Natural-History semicentennial. 1859—1909, 1910, in 8°.

Bulletin Mensuel Institut Solvay de Sociologie. 1910, № 1. Bruxelles, in 8°. 1910.

Hewit, W. A retrospect of fifty years'Existence and work. Liverpool, 1910, in 8.

Howard, A. Second Report on the fruit experiments at Pusa. Calcutta, 1910, in 8°.

Maas, O. Japanische Medusen. Mit 3 Tafln. 1909, in 4°.

Birmingham Natural History and Philosophical Society: Annual Report—1909; List of members—1910; Proceedings № 3, Vol. XII; Post of. The Fauna of the Midland Plateau. 1910, in 8°.

Fritsche, H. Die saecularen Aenderungen der erdmagnetischen Elemente. Riga, 1910, in 8°.

Palavicini, F. La Escuelas Tecnicas Massachusetts, E. U. A. Francia, Suiza, Belgica, Japón. Mexico, 1910, in 4°.

Sars, G. O. An account of the crustacea of Norway. Copepoda, p. XXIX—XXX. Bergen, 1910, in 4°.

Sokolow, D. N. Ueber einige Aucellen aus Ost-Russland. Msc. 1902, in 8°.

Silberfeld, E. Japanische Antipatharien. Mit 2 Taf. in 4°.

Velenovsky, J. Vscobecná botanica. Srovnávacé Morfologie. Dil III. V Praze, 1910, in 8°.

Wülker, G. Ueber Japanische Cephalopoden. Mit 5 Taf. in 4°.

Zsigmond, R. Eghajlat. Budapest, 1909, in 8°.

Posewitz, Th. Die Umgebung von Gyertyánliget (kabola-polana) Blatt: Zone 13, kol XXXI (1 : 75000). Budapest 1910 (есть карта).

Вернадскій, В. И. Опытъ описательной минералогіи. Т. I. Самородные элементы. Вып. 3. Спб., 1910, in 8°.

Городцовъ, В. А. Бытовая археологія. Курсъ лекцій. Москва, 1910, in 8.

— Первобытная археологія. Курсъ лекцій. Москва, 1908, in 8°.

Кащенко, Н. Ф. Списки коллекцій безпозвоночныхъ зоологическаго музея Импер. Томскаго Университета. Списки XIII—XVI. Томскъ, 1910, in 8⁰.

Литвиновъ, Д. И. О Calamagrostis langsdorfii (Link) Trin., C. Purpurea Trin. и нѣкотнрыхъ близкихъ къ нимъ формахъ. Спб., 1910 in 8⁰.

Любавинъ, Н. Н. Техническая химія. Т. V. Органическія вещества. 1-я часть. Москва, 1910, in 8⁰.

Сюзевъ, П. В. Гербарій. Наставленіе для собиранія и засушиванія растеній для гербарія и для составленія флористическихъ коллекцій. 3-е изд. Юрьевъ, 1909, in 8⁰.

Фонъ-Гейзеръ, К. В. Препараты животныхъ въ жидкостяхъ. Кіевъ, 1910, in 8⁰.

Каталогъ выставки ихтіологической, устроенной Кіевскимъ Общ. Любителей Природы. Кіевъ, 1910, in 8.

Перечень животныхъ русской фауны или акклиматизированныхъ, имѣющихся въ Кіевскомъ городскомъ зоологическомъ саду Общ. Любителей Природы. Кіевъ, 1910, in 8⁰.

Музеј Српске земльс. У Београду. 1910, in 16⁰.

Русская библіографія по естествознанію и математикѣ. Т. IV (1905). Спб. 1910, in 8⁰.

Cannizzaro, St. La Scienza e la Scuola (Discorso). Roma, 1910, in 8⁰.

Ailio, J. Uebersicht der steinzeitlichen Wohnplatzfunde in Finland. Helsingfors, 1909, in 4⁰.

Lindberg, H. Die nordischen Alchemilla vulgaris-formen und ihre Verbreitung. Helsingfors, 1909, in 4⁰.

Bergstedt, J. A. Minnesfesten öfver Carl von Linne den 25 Maj 1997. Uppsala, 1910.

Aanwinsten der Bibliotheck. Nederlandsche dierkundige vereeniging. 1910, in 8⁰.

Exchanges maintained by the university press. Berkeley, 1910 in 16⁰.

Bref och skrifvelser af och till Carl von Linné. Afd. 1: Del. 4. Stockholm, 1910, in 8⁰.

Voigt, W. Lehrbuch der Kristallphysik. Mit 1 Taf. Leipzig, 1910 in 8⁰.

Морозовъ, Н. Письма изъ Шлиссельбургской крѣпости. Спб., 1909, in 8⁰.

— Что можетъ принести намъ встрѣча съ кометой? По поводу приближенія кометы Галлея. Москва, 1910 in 8⁰.

— На границѣ невѣдомаго. Москва, 1910, in 8⁰.

— Эволюція вещества на небесныхъ свѣтилахъ по даннымъ спектральнаго анализа. Рѣчь, произнес. на соед. засѣд. XII съѣзда естествоиспы-

тателей и врачей и Импер. Моск. Об-ва испытателей природы 3 янв. 1910, Москва, 1910, in 8°.

— Начала векторіальной алгебры въ ихъ генезисѣ изъ чистой математики. Спб., 1909, in 8°.

— Основы качественнаго физико-математическаго анализа. Москва, 1908, in 8°.

— Въ поискахъ философскаго камня. Спб., 1909 in 8°.

— Законы сопротивленія упругой среды движущимся тѣламъ. Спб., 1908, in 8°.

— Періодическія системы строенія вещества. Теорія образованія химическихъ элементовъ. Москва, 1907, in 8°.

Weber, M. Nachtrag zu den Rhinocerotiden von Samos, in 8°.

— Ueber Diabase und Keratophyre aus dem Fichtelgebirge. Stuttgart, 1910, in 8°.

— Ueber Zinkoxyd, in 8°.

— Die petrographische Ausbeute der Expeditionen O. Neumann v. Erlanger nach Ostafrika und Abessynien 1900—901.

— Ueber Danburit aus Japan, in 8°.

— Studien an den Pfuhlschiefern. München, 1910, in 8°.

— Zur Petrographie der Samoa-Inseln. München, 1909, in 4°.

Вернадскій, В. И. Къ вопросу о триболюминесценціи. Спб., 1910, in 4°.

Золотницкій, Н. Ѳ. Новыя акваріумныя рыбы и растенія. 2-й т., съ рисунк. и 1 табл. Москва, 1910, in 8°.

Линденеръ, Б. А. О триболюминесценціи минераловъ. Спб., 1910, in 8.

Аршиновъ. Къ геологіи Крыма. Москва, 1910, in 8°.

Вернадскій, В. И. Титанъ въ почвахъ. (Къ вопросу объ анализѣ почвъ.) Спб., 1908, 8°.

Павлова, М. В., составила каталогъ коллекцій геологическаго кабинета Импер. Московскаго Университета. Вып. I. Отдѣлъ II. Млекопитающія. Москва, 1910, in 8.

Candiotti, Ch. Recherches bactériologiques faites en Nouvelle-Zemble et dans les mers arctiques. Bordeaux, 1910, in 8°.

— Crustacé parasite de la morue. Bordeaux, 1910, in 8°.

Guide to the Crustacea, Arachnida, Onychophora and Myriopoda, the Department of Zoology British Museum (Nat.-Hist.). London, 1910, in 8°.

Guide to the exhibited series of insects in the Department of Zoology British Museum (Nat.-Hist.). London, 1909, in 8°.

Guide to the British Vertebrates, the department of Zoology British Museum (Nat.-Hist.). London, 1910, in 8⁰.

Catalogue of Orthopters. Vol. III, p. 2. London, 1910, in 8⁰.

A Hand-List of the Genera and Species of Birds. Vol. V. London, 1909, in 8⁰.

Tschirch, A. Kleine Beiträge zur Pharmakobotanik und Pharmakochemie. Zürich, 1910, in 8⁰.

— Die Zukunft der Pharmakognosie. Berlin, 1909, in 8⁰.

— Grundlinien einer physiologischen Chemie der pflanzlichen Sekrete. Zürich, 1907, in 8⁰.

— Naturforschung und Heilkunde. Leipzig, 1909, in 8⁰.

Smith, W. D. The mineral resources of the Philippine Island. Manila, 1910, in 4⁰.

Müller, A. Das Serum antiscléreux Malherbe. Berlin, 1909, in 8⁰.

Memorials of Charles Darwin. British Museum (Nat.-Hist.). Special Guide № 4. London, 1910, in 8⁰.

Вернадскій, В. И. Замѣтки о распространеніи химическихъ элементовъ въ земной корѣ. III. Спб., 1910, in 4⁰.

Founder's Day 1910, the Carnegie Institute. Pittsburg, in 8⁰.

Tilden, I. Minnesota Algae. Vol. I. Minnesota, 1910, in 8⁰.

Wilkens, R. Paläontologische Untersuchung triadischer Faunen aus der Umgebung von Predazzo in Südtirol. Heidelberg, 1909, in 8⁰.

Duparc, L., Wunder, M. et *Sabot, R.* Les minéraux des Pegmatites des environs d'Antsirabé à Madagascar. Genève, 1910, in 4⁰.

Duparc, L. Note préliminaire sur quelques gisements curieux de platin de l'Oural. Genève, 1910, in 8⁰.

Медвѣдевъ, Я. С. Букъ, ольхи и березы Кавказа. Тифлисъ, 1910, in 8.

— Главнѣйшія Ильмовыя и Сережчатыя растенія Кавказа. Тифлисъ, 1909 in 8⁰.

— Дубы Кавказа. Съ 3 табл. Тифлисъ, 1908, in 8⁰.

— Деревья и кустарники Кавказа. Изд. 2-е, вып. I. Голосѣмянныя, съ 21 табл. Тифлисъ, 1905, in 4⁰.

Полнеръ, Т. И. Общеземская организація на Дальнемъ Востокѣ. Т. I и II. Москва, 1908—910, in 4⁰.

Baker, R. and *Schlesinger, F.* Spectroscopie and visual binaries. Minnesota, 1910, in 8⁰.

Balls, H. Ostasiatische Stomatopoden, in 4⁰.

— Japanische Pennatuliden. Mit 6 Taf., in 4⁰.

Frank, O. Carl von Voit. München, 1910, in 4⁰.

Franz, V. Die japanischen Knochenfische der Sammlungen Haberer und Doflein. Mit. 11 Taf., in 4⁰.

Kükenthal, W. Zur Kenntnis der Gattung Anthomastus Verr. Mit 1 Taf., in 4⁰.

Lohberger, I. Ueber zwei riesige Embryonen von Lamna. Mit 5 Taf. 4⁰.

N. Rovirosa. Pteridografia del sur de Mexico, 1910, in 4⁰.

Moeller, J. Ueber den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die erste Entwickelung der Schwarzföhre (Pinus Laricio), in 4⁰.

— Ein neues Präparirmikroskop. in 8⁰.

— Digitalis und Verbascum. 1904, in 8⁰.

— Reichert's Condensor. 1885, in 8⁰.

— Cascara sagrada und Frangula-Rinde. 1890, in 4⁰.

— Die „Falten" des Cocablattes. 1891, in 4⁰.

— Das Pulver der Umbelliferenfrüchte. 1892, in 4⁰.

— Ueber Wesen und Inhalt der Pharmakopöen. 1902, in 8⁰.

— Das neue Patent-Schlittenmikrotom von Reichert. 1884, in 8⁰.

— Ueber das Veilchenholz. in 8⁰.

— Ueber das Primaveraholz, in 8⁰.

— Ueber eine Ananasfaser, in 8⁰.

— Ueber Ziegelthee. 1889, in 4⁰.

— Zur Kenntnis des Antipyrinexanthems. 1892, in 4⁰.

— Gutachten in der Mutterkornfrage. 1895, in 4⁰.

— Herba Conii, gefälscht mit Anthriscus scandix Asch. 1910, in 8⁰.

— Ueber die Entstehung des Storax. 1894, in 8⁰.

— Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes. 1880, in 8⁰.

— Ein falscher Nelkenzimmt. 1885, in 8⁰.

— Zur Frage der Tüpfelschliessmembran. 1880, in 8⁰.

— Die Mikroskopie der Cerealien. 1884, in 8⁰.

— Mehl, in 8⁰.

— Rinde, 8⁰.

— des Morphin, in 8⁰.

— Ueber die freie Kohlensäure im Boden, in 8⁰.

— Ueber Linalöe-Holz, in 8⁰.

— Die Attichwurzel. 1895, in 8⁰.

— Die Zukunft der Pharmacie. 1894, in 8⁰.

— Ueber das Gerbmaterial „Rove“.

— Beiträge zur Kenntnis der Eucalyptus-Blätter. 1874, in 8⁰.

— Die Eucalyptusrinden in der Sammlung des Allgem. österr. Apotheker-Vereines. 1875, in 8⁰.

— Pseudo-Ipecacuanha. 1896, in 8⁰.

— Ueber das Genussmittel „Tschon“.

— Lignum Alöes und Linaloëholz. 1896, in 8⁰.

— Einige neue Formelelemente im Holzkörper. Mit 1 Taf. 1876, in 8⁰.

— Materia medica in Oesterreich. 1904, in 8⁰.

— Amerikanische Drogen. Dresden, in 8⁰.

— Die neueren Ansichten über die Systematik der Thallophyten, in 8⁰.

— Die forstlichen Acclimatisations-Bestrebungen und ihre Bedeutung für die Industrie. Wien, 1882, in 8⁰.

— Ueber Quellung und Keimung der Waldsamen, in 8⁰.

— Zur Pharmakognosie des Storax. 1874, in 8⁰.

— Knoppern und Valonea. 1901, in 8.

Müller, R. und *Blau, J.* Fructus Myrtilli. Wien, 1902, in 8⁰.

Moeller, I. und *Reuss, H.* Mittheilungen aus einem Versuchs-Pflanzkamp. Mit 3 Taf. Wien, 1879, 4⁰.

Winton, A. L. Beiträge zur Anatomie des Beerenobstes. 1902, in 8⁰.

— Anatomie der Kultur-Varietäten der Hirse. 1903, in 8⁰.

— Die Anatomie des Maiskolbens mit besonderer Rücksicht auf den Nachweis von Kolbenmehl als Verfälschungsmittel der Weizen- und Roggenkleie. 1900, in 8⁰.

Blau, H. Der Colchicingehalt der Herbstzeitlosesamen, 1903, in 8⁰.

Jakabhazy, S. Vergleichende Untersuchungen über chinesischen und europäischen Rhabarber. 1902, in 8⁰.

Malfatti, J. Eine neue Verfälschung des Zimmtpulvers. 1891, in 8⁰.

Dwořak, E. Ueber Sarsaparilla. Wien, 1891, in 8⁰.

Кошанинъ, Н. Елементи власинске флоре. У Београду. 1910, in 8⁰.

Till Kung. Vetenskaps Societeten i Uppsala 1910. Uppsala, 1910, in 4⁰.

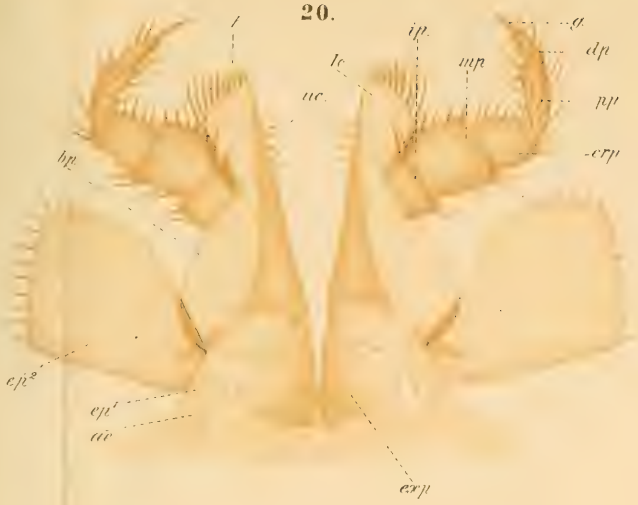
Бородинъ, И. П. Охрана памятниковъ природы. Юрьевъ, 1910, in 8⁰.

Festschrift des Gartenbauvereins, 1835—1910. Darmstadt, 1910.

Pl. VII.

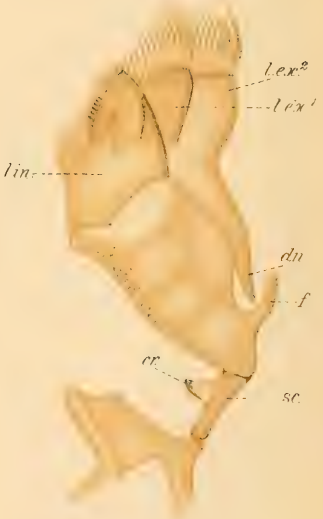
Лит. В. Глушчевскій въ Варшавѣ.

20.



21.

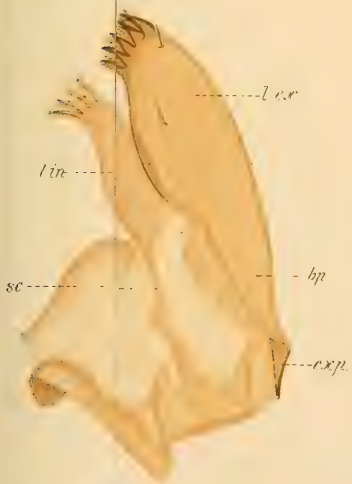
22.



23.

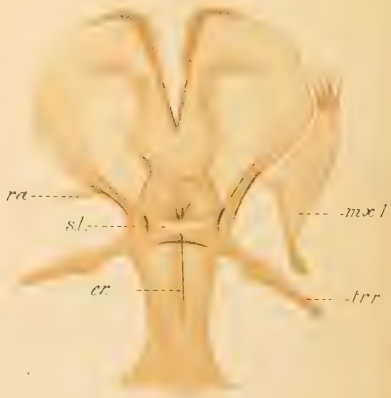
24.

25.



26.

27.



Лит. В. Глувневскій въ Ратшинѣ.

	R. C.	Mrk.
A. Кронебергъ. Матеріалы къ познанію строенія лжескорпіоновъ (Chernetidae). Съ 3 табл. 1890	1.	2.
O. Retowski. Die Tithonischen Ablagerungen von Theodosia. Mit 6 Taf. 1893	4.	8.
J. Gerassimoff. Über die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten. 1892	.50	1.
— Einige Bemerkungen über die Function des Zellkerns. 1891	.25	.50
A. Artari. Zur Entwicklungsgeschichte des Wassernetzes (Hydrodictyon utriculatum). Mit 1 Taf. 1890	1.	2.
J. Goroshankin. Chlamydomonas Braunii, mihi. Mit 2 Taf. 1890	1.25	2.50
— Chlamydomonas Reinchardi (Dangeard) und seine Verwandten. Mit 3 Taf.	2.	4.
M. Golenkin. Pteromonas alata, Cohn. Mit 1 Taf. 1891	.75	1.50
V. Deinega. Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen. Mit 1 Taf. 1891	1.	2.
B. Lwoff. Die Bildung der primären Keimblätter und die Entstehung der Chorda und des Mesoderms bei den Wirbelthieren. Mit 6 Taf. 1894	4.	8.
M. Iwanzoff. Der mikroskopische Bau des elektrischen Organs von Torpedo. Mit 3 Taf. 1894	2.50	5.
— — Das Schwanzorgan von Raja. Mit 3 Taf. 1895	2.25	4.50
A. Sewertzoff. Die Entwickelung der Occipitalregion der niederen Vertebraten. Mit 2 Taf. 1895	1.50	3.
P. Ssüsew. Die Gefässkryptogamen des mittleren Urals. 1895	.25	.50
P. Suschkin. Aquila Glitchii, Sev. (Biologische Skizze). Mit 2 Taf. 1896	.50	1.
Ew. H. Rübsaamen. Ueber russische Zoocecidien und deren Erzeuger. Mit 6 Taf. 1896	2.50	5.

Матеріалы къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи.

Отдѣлъ зоологическій.

Выпускъ 1-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 2-й. Цѣна **3** руб. **50** коп.—Выпускъ 3-й. Цѣна **2** руб. **50** коп.—Выпускъ 4-й. Цѣна **2** руб. **50** коп.—Выпускъ 5-й. Цѣна **3** руб. Выпускъ 6-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 7-й. Цѣна **2** руб. Выпускъ 8-й. Цѣна **7** р. **50** к.—Выпускъ 9-й. Цѣна **2** р.—Выпускъ 10-й. Цѣна **2** р.—Выпускъ 11-й. Цѣна **2** р. **50** к.

Отдѣлъ ботаническій.

Выпускъ 1-й. Цѣна **1** руб. **50** коп. — Выпускъ 2-й. Цѣна **3** руб. — Выпускъ 3-й. Цѣна **1** руб. **50** коп.—Выпускъ 4-й. Цѣна **2** руб. — Выпускъ 5-й. Цѣна **1** руб. **50** коп.—Выпускъ 6-й. Цѣна **3** руб. **50** коп.

Матеріалы къ познанію геологическаго строенія Россійской Имперіи.

Выпускъ 1-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 2-й. Цѣна **4** р. **50** к.—Выпускъ 3-й. Цѣна **2** р. **50** к.

А. Ячевскій.

ОПРЕДѢЛИТЕЛЬ ГРИБОВЪ.

Цѣна **1** руб.

Складъ изданій въ бюро Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы. Университетъ.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00296 6362